



**DESARROLLO DE LAS CARACTERÍSTICAS
DE UN EDIFICIO INTELIGENTE PARA UN
EDIFICIO RESIDENCIAL.**

Autora :
Crestani, Michelle
C.I. : 21.020.609



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**DESARROLLO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE UN EDIFICIO
INTELIGENTE PARA UN EDIFICIO RESIDENCIAL.**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO ELECTRÓNICO

Autora: Crestani, Michelle
C.I.: 21.020.609
Tutor: Ing. Molina, Zeida
C.I.: 7.047.761

San Diego, junio de 2017



Universidad José Antonio Páez
Facultad de Ingeniería

FI-TG-2017-1CR-063

Valencia, 13 de Enero de 2017.

Ciudadana:
Michelle Crestani
C.I. 21.020.609
Presente.-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 1-2017 de fecha 13/01/2017 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **"DESARROLLO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE UN EDIFICIO INTELIGENTE PARA UN EDIFICIO RESIDENCIAL"**. Presentado por ustedes como requisito para optar al título de Ingeniero electrónico.

Se ratifica la designación de la Ing. Zeida Molina C.I. 7.047.781 y la Ing. Alicia Pizzella, C.I. 4.598.880 como Tutotes Académicos que lo asesorarán en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,

Prof. Marlene Zambrano
Decana (Encargada) de la Facultad de Ingeniería
(CU502 de fecha 11/10/2016)



c. c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (2).
Archivo.

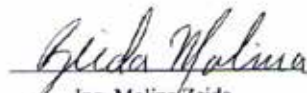


**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

APROBACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ingeniero ZEIDA MOLINA portadora de la cédula de identidad N° 7.047.761, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por la ciudadana MICHELLE CRESTANI, portadora de la cédula de identidad N° 21.020.609 titulado **DESARROLLO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE UN EDIFICIO INTELIGENTE PARA UN EDIFICIO RESIDENCIAL**, presentado como requisito parcial para optar al título de INGENIERO ELECTRÓNICO, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los quince días del mes de junio del año dos mil diecisiete.


Ing. Molina Zeida.
C.I.: 7.047.761



AGRADECIMIENTOS

Primeramente, a **Chuito** por la bendición de la vida y porqué a pesar de todas las circunstancias, siempre me dio fuerzas para seguir adelante con esta meta que luego de tanto sacrificio y constancia, llega a su etapa final y abre las puertas a un mundo de oportunidades.

A mi mayor orgullo y ejemplo, mis padres, **Diego y Gabriela**, esto es gracias a ustedes y por ustedes. Durante toda mi vida me han apoyado, no solo en lo monetario, sino en la parte moral.

A mi segundo padre, mi hermano **Carlos**, que a pesar de los kilómetros de distancia estuvo presente, solo una llamada era suficiente para hacerme sentir lo orgulloso y lo feliz que estaba por la persona en la que me he convertido.

A **los gochos, los tigres, los pipor, mi gordo y su familia y a mi hermana de vida** por siempre estar allí, por su cariño y sus palabras de aliento que nunca me han faltado.

A los que comenzaron siendo mis compañeros de carrera **Tomas, Iván, Kevin, Wilfredo, Peggy, Caryana, Richard**, hoy los considero mis amigos, no solo por las infinitas horas de estudio y el apoyo en la parte académica sino por ser incondicionales en los momentos difíciles. Sin ustedes nada de esto hubiese sido igual.

Al personal de mi casa de estudios, a mis profesores que compartieron sus conocimientos y fueron parte de mi formación, en especial a **Marlene Zambrano, Jorge Álvarez y Dinorah Jiménez, Zeida Molina, José Gregorio Diaz, Cesar Peraza** porque además de sus conocimientos académicos, participaron en mi crecimiento personal y ciudadano.

Por último, a ti, a mi Ángel particular que desde el cielo me acompañas, **mi hermana morocha**, sin tanto amor nunca hubiese sido posible.

Gracias por tanto amor y por tanta confianza.

Michelle Crestani Castro

DEDICATORIA

Sin duda alguna este trabajo de grado con el cual culminan los estudios de mi carrera merece que se lo dedique a tres personas esenciales en mi vida.

Primero a mi mano derecha, a la mujer que desde que nací me acompaña y hasta el último momento de redacción de este trabajo ha estado conmigo. Quien lloro cuando yo lo hice y se enorgulleció cuando obtenía un logro.

No tengo palabras para expresarte tanto agradecimiento, hoy culmino esta etapa de mi vida de la cual fuiste participe desde un principio y jamás me dejaste de lado. Gracias vieja, gracias por ser mi impulso y mi pañito de lágrimas. Eres mi mayor ejemplo, espero este sea el primero de todos los éxitos que conseguiremos juntas.

A mi Ángel de los ojos azules, me has escuchados todos los problemas y todas las veces que te dije papá creo que esta vez no lo lograré y tu única respuesta era “Claro que sí Hija, eso es fácil ya lo has logrado otras veces, esta vez no será diferente”. Gracias por siempre estar y demostrarme tanto amor. ¡Este logro es de nosotros!

Por último, a mi hermano, somos muestra que la distancia no separa a las personas, por siempre haber contado contigo, tus consejos y transmitirme tanta admiración y amor. Por ser mi fan número uno, esto también es por ti.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	pp.
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xii
RESUMEN	xiii
INTRODUCCIÓN	1
I. EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Formulación del problema.....	4
1.3 Objetivos de la investigación.....	5
1.3.1 Objetivo general.....	5
1.3.2 Objetivos específicos.....	5
1.4 Justificación de la investigación.....	6
1.5 Alcance.....	6
1.6 Limitaciones.....	7
II. MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes de la investigación.....	8
2.2 Bases teóricas.....	10
2.2.1. Edificio Inteligente.....	10
2.2.1.1 Niveles de inteligencia de un edificio inteligente.....	11
2.2.1.2 Beneficios de los edificios inteligentes.....	11
2.2.2 Elementos de control, automatización y supervisión para edificios inteligentes.....	12
2.2.2.1 Controlador Lógico Programable	12
2.2.2.2 Sistema de supervisión, control y adquisición de datos.....	13
2.2.2.3 Sensores.....	14
2.2.2.4 Actuadores.....	16
2.2.2.5 Pasarelas.....	16
2.2.2.6 Protocolos de comunicación o estándares dedicados.....	17
2.2.3 Soluciones existentes en el mercado.....	20
2.3 Definición de términos básicos.....	24
III MARCO METODOLÓGICO	
3.1 Tipo de investigación.....	26
3.2 Nivel de la investigación.....	26
3.3 Diseño de la investigación.....	27
3.4 Población y muestra.....	27
3.5 Fuentes, técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	28
3.5.1 Fuentes de información.....	28

3.5.2 Técnicas de recolección de datos.....	29
3.5.3 Instrumentos para la recolección de datos.....	29
3.6 Fases metodológicas.....	30
IV RESULTADOS	
4.1 FASE Investigar las características de los edificios inteligentes.....	32
4.2 FASE II. Determinar las funciones a controlar y automatizar de un edificio residencial.....	36
4.3 FASE III. Evaluar la factibilidad de desarrollar las características de un edificio inteligente en un edificio residencial.....	41
4.4 FASE IV. Diseñar el sistema de control, automatización y supervisión para las funciones seleccionadas.....	44
CONCLUSIONES	76
RECOMENDACIONES	77
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
ANEXOS	
A. Guion de la entrevista ingenieros	
B. Guion de la entrevista junta de condominio	
C. Programación del PLC	
D. Ventanas interfase usuarios	

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO

FIGURAS

	pp.
1. Edificio Inteligente.....	
2. Controlador Lógico Programable	11
3. Sistema de adquisición de datos y supervisión	12
4. Sensor de presencia	13
5. Sensor de humo.....	14
6. Sensor de nivel de electrodos.....	15
7. Sensor de caudal.....	15
8. Electroválvula.....	16
9. Pasarela.....	16
10. Protocolo KNX.....	17
11. Protocolo X10.....	18
12. Estándar LonWorks	19
13. Topología Desigo CC.....	19
14. Estructura de EIB.....	21
15. SCADA de las oficinas de Logitek.....	22
16. Resultado de la entrevista para ingenieros: Definición de inmótica.....	24
17. Resultado de la entrevista para ingenieros: Utilidad de la implementación.....	37
18. Resultados de la entrevista para ingenieros: Factores a considerar.....	38
19 Resultados de la entrevista para ingenieros: Servicios.....	38
20. Resultados de la entrevista para ingenieros: Personal involucrado....	38
21. Resultados de entrevista para la junta de condómino: Servicio.....	39
22. Resultado de la entrevista para la junta de condominio: Problemas Existentes.....	40
23. Elementos que conforman al S7-300.....	40
24. Esquemas de contactos KOP.....	47

25. Diagrama de Flujo del sistema: Inicio	48
26. Diagrama de Flujo: Control de la bombona de gas.....	50
27. Diagrama de Flujo: Control de las luces de las áreas comunes.....	50
28. Diagrama de Flujo: Racionamiento.....	51
29. Diagrama de Flujo: Control del tanque de agua.....	52
30. Diagrama de Flujo: Control de riego de las áreas verdes.....	53
31. Bloque de las funciones determinadas.....	54
32. Descripción de las variables... ..	54
33. Bloque OB1.....	55
34. Bloque de función: Gas y Tanque de agua.....	56
35. Bloque de función: Racionamiento y activación de la electroválvula... ..	56
36. Bloque de función: Iluminación y riego de áreas verdes.....	57
37. Bloque de escalamiento de la presión.....	57
38. Nivel de gas 100%.....	58
39. Nivel de gas 50%.....	59
40. Nivel de gas 10%.....	59
41. Bloque de escalamiento del caudal.....	59
42. Control del tanque.....	60
43. Control del tanque.....	60
44. Control del tanque.....	61
45. Control del tanque.....	61
46. Control del tanque.....	62
47 Control del tanque.....	62
48 Control del tanque.....	63
49 Control del tanque.....	63
50 Control del tanque.....	64
51. Lectura de la hora del PLC.....	64
52. Movimiento de los bits de la hora.....	65
53. Movimiento de los bits de los días.....	65

54. Comparación de los días laborarles.....	65
55. Comparación de los días del fin de semana.....	66
56. Horarios establecidos.....	66
57. Horario de la mañana para los días de semana.....	67
58. Horario del medio día para los días de semana.....	68
59. Horario de la noche para los días de semana.....	68
60. Horario de la mañana para los fines de semana.....	68
61. Horario del medio día para los fines de semana.....	69
62. Horario de la noche para los fines de semana.....	69
63. Activación de electroválvula.....	69
64. Lectura y separación de bit de la hora.....	70
65. Movimiento de los bits hora.....	71
66. Encendido de la hora.....	71
67. Lectura y separación de la hora.....	72
68. Separación de los bits del día.....	72
69. Comparación del día y movimiento del horario.....	73
70. Encendido del sistema de riego.....	73
71. Portada del SCADA.....	74
72. Ventana de Servicios del SCADA.....	75

ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO

TABLAS	pp.
1. Soluciones existentes en el mercado.....	34
2. Análisis de la entrevista para ingenieros.....	39
3. Análisis de la entrevista para la junta de condominio.....	41
4. Factibilidad económica.....	43
5. Monto a pagar por los usuarios.....	44
6. Servicios.....	45



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**DESARROLLO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE UN EDIFICIO
INTELIGENTE PARA UN EDIFICIO RESIDENCIAL.**

Autor: Crestani Michelle
Tutor: Ing. Zeida Molina
Fecha: Junio, 2017

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo general desarrollar las características de un edificio inteligente para un edificio residencial con años de construcción, con la finalidad de contribuir con la calidad de vida de los habitantes. Se conoce como edificio inteligente al inmueble que haciendo uso de la tecnología es capaz de proporcionar comodidad y confort, además de contribuir con el cuidado del medio ambiente, automatizando y controlando los servicios básicos del mismo. La propuesta se realiza con un controlador lógico programable, que se encargará de recibir las señales de los sensores los cuales estarán relacionados con las funciones a controlar. También cuenta con un sistema de adquisición de datos y supervisión con el fin de monitorear los sistemas de manera remota y efectiva. El proyecto está tipificado como un proyecto factible, desarrollado en base a un diseño de campo, transversal y un nivel de investigación descriptivo. Como instrumentos de recolección de datos, se utilizaron la entrevista y la observación directa del objeto de estudio. El trabajo se presenta en cuatro capítulos, con la descripción de todas las fases que se realizaron para cumplir los objetivos planteados, determinando el nivel de inteligencia que adquiriría el inmueble, la factibilidad de los trabajos a realizar y la posibilidad de implementar las mejoras en cualquier otra estructura ya existente.

Descriptor: Edificio Inteligente, Domótica, Inmótica.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el ser humano ha tratado de hacer que su vida y su entorno sean más amigables y sencillos, haciendo que las tareas repetitivas y de grandes esfuerzos se realicen de manera automática para no tener que invertir energía y tiempo que podrían dedicarse a actividades más importantes y satisfactorias o que involucren un grado de intelecto mayor. La tecnología ha buscado darle inteligencia, por llamarlo de alguna manera, a casi todo lo que nos rodea; desde los teléfonos celulares hasta las viviendas y edificios.

Además de querer aumentar el confort y la calidad de vida con la implementación de características inteligentes en los inmuebles, los movimientos ecológicos se han encargado de concientizar a la población mundial sobre la importancia de cuidar el medio ambiente. Por consiguiente, además de facilitar la vida común, las estructuras inteligentes en su mayoría se desarrollan con el objetivo principal de hacer un uso correcto de los recursos, intentando tener un consumo energético lo más bajo posible o hacer estructuras autosustentables, poder reutilizar el agua tratada en múltiples tareas o evitar el consumo innecesario de la misma, entre otras actividades, y así obtener tanto un beneficio para el planeta como un ahorro económico para las instalaciones.

En Venezuela, si bien los servicios básicos para los inmuebles no suelen tener un costo elevado, son inconstantes en su suministro, por lo tanto, la necesidad de controlar y vigilar de manera exhaustiva la existencia de éstos es imperativa para poder mantener el funcionamiento de las instalaciones.

El presente trabajo de grado es una investigación que tiene como propósito desarrollar las características de un edificio inteligente en un edificio residencial que tenga tiempo construido; utilizando como modelo un edificio ubicado en la ciudad de Valencia, en donde la investigadora reside, para poder tener acceso de la información requerida y determinar de alguna manera el impacto que pueda proporcionar la propuesta. El control y automatización se realizarán con un

controlador lógico programable, además de que se podrá realizar un monitoreo y supervisión remota con un sistema de control supervisorio y adquisición de datos (SCADA). Para este trabajo de investigación se definen cuatro capítulos los cuales se seccionan ordenadamente y se presentan de la siguiente manera:

Capítulo I. El Problema. El trabajo inicia con la descripción detallada del problema, cual es el propósito de la investigación, los objetivos del proyecto, la justificación, el alcance y limitaciones que el mismo representa como parte esencial para evidenciar la necesidad de abordar el problema.

Capítulo II. Marco teórico. Se describen antecedentes y trabajos de investigación relacionados con el proyecto. Además, las bases teóricas que darán sustento al mismo y por último se definen los términos básicos utilizados.

Capítulo III. Marco metodológico. Se plantea todo lo referente al proceso de investigación, definiendo el tipo, diseño y nivel de la misma, así como la determinación de la población y la muestra objeto de estudio. Igualmente se explican cada una de las fases a realizar durante el desarrollo del trabajo.

Capítulo IV. Resultados. En este capítulo se detallan los resultados obtenidos al aplicarlas las técnicas y actividades planteadas en los capítulos anteriores.

Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones que se consideran pertinentes para abordar la implementación del proyecto y usarlos como herramientas para futuros proyectos, los anexos que sirven de soporte y, de manera discriminada y ordenada las referencias consultadas.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

Los avances tecnológicos han llevado a que el hombre quiera automatizar y controlar sus actividades diarias, de este deseo surge un término conocido como domótica que puede definirse como, la adopción, integración y aplicación de las nuevas tecnologías informáticas y comunicacionales al hogar. Un sistema domótico también se aplica actualmente, a grandes edificios, recintos empresariales e industriales de grandes superficies, hoteles y otros, pero muchos autores sostienen que este tipo de vertiente es mejor denominarla como inmótica. La inmótica es un modo de gestión remoto, centralizado y automatizado que supone la incorporación de numerosos subsistemas en las instalaciones de edificios con el fin de optimizar recursos, reducir costos y disminuir el consumo de energía, al mismo tiempo que se aumenta la seguridad y el confort.

La evolución del internet ha favorecido el desarrollo de estos conceptos, así cada vez es más frecuente encontrar dispositivos capaces de conectarse a una red y poder tener un manejo de los mismos de forma remota. Desde hace varios años se maneja un término conocido como el internet de las cosas o **IoT**, por sus siglas en inglés, *Internet of things*. Reyero del Rey (2017) en su artículo **Internet de las cosas: cuando la realidad supera la ficción**, para el periódico digital Sabemos, dice que: “Esta tecnología busca conectar la mayor cantidad de objetos posibles capaces de interactuar entre ellos y con las personas, intercambiando información a tiempo real para poder controlar a distancia cualquier objeto al menor costo”. De acuerdo a esto, la automatización de viviendas e infraestructuras forma parte de esta revolución, porque ambas tecnologías se complementan.

López Jimeno (2007) en su trabajo de investigación, **La domótica como solución del futuro**, expresa que la inmótica nos permite monitorizar el funcionamiento general del edificio y controlar otros aspectos como los ascensores,

el balance energético, el riego, las alertas, el sistema de accesos, sistema de detección de incendios y la supervisión de cuadros eléctricos, entre otros. De esta forma, se van a poder crear edificios “inteligentes” más atractivos, con reducciones en los costos de energía y operación, aumentando el confort y la seguridad para los usuarios y solucionando el problema de la ineficacia de los sistemas eléctricos instalados.

Según Viego y otros, en su artículo **Edificios inteligentes** publicado en el sitio web Red Solar, el control y la automatización en los edificios inteligentes, pueden ser realizados con diferentes tipos de controladores, que mediante una programación previa puedan cumplir las funciones que se requieran automatizar.

Entre los controladores más comunes para esta aplicación se puede encontrarlos controladores lógicos o paneles de control para KNX, el cual corresponde a un protocolo de comunicación estandarizado dirigido únicamente a estas aplicaciones. También se encuentra el protocolo X 10, unos de los primeros para sistemas domótico y actualmente está compuesto por una variada cantidad de productos. El uso de los microcontroladores en los últimos años ha sido de gran impacto en esta área, por su eficiencia y bajo costos, aunque carecen de memorias para proyectos muy complejos. Por último, los controladores lógicos programables también tienen un rol importante en la aplicación de los edificios inteligentes por su eficiencia, robustez y confiabilidad, además de su fácil instalación y adaptación al entorno.

Radiotrans(2013), empresa dedicada a los sistemas de telecomunicaciones y sistemas supervisorios, en su artículo titulado **Gestión de edificios inteligentes** publicado en su revista digital, explica que los consumos excesivos de energía en edificios, tanto antiguos como modernos, generan una crisis energética y económica, y como solución para esta crisis, la compañía propone controlarlos equipos críticos (luminarias, aires acondicionados, calefacción, ascensores) e integrarlos a un sistema de supervisión, control y adquisición de datos que podrían ser monitoreados de forma automática; detectado y corrigiendo las ineficiencias de forma remota y de manera competente. Para la implementación de las características de un edificio inteligente a edificios ya existentes, son válidos prácticamente todos los conceptos que esto implica. Sin embargo, es importante

tener en cuenta una serie de particularidades. La introducción de la inmótica en una vivienda construida es más costosa por diversos motivos: La dificultad de integrar los dispositivos con el resto de las instalaciones del edificio es más compleja, las redes de comunicación de los distintos dispositivos tienen que adecuarse a la infraestructura del edificio, además de tener que adquirir los servicios de expertos en el área de la domótica.

Sin embargo, y a pesar de la literatura encontrada al respecto, la investigadora decide desarrollar este proyecto para una estructura ya construida, motivada por las circunstancias irregulares existentes en Venezuela, donde los servicios comunes, tales como; suministro de agua, gas y energía eléctrica, entre otros, son deficientes, como consecuencia de la falta de inversión y de mantenimientos preventivos. Esto trae como efecto la escasez e irregularidad en el abastecimiento de los servicios y obliga a los integrantes de la comunidad a establecer sistemas manuales y rudimentarios de control, por lo tanto, ineficientes para el funcionamiento idóneo de las residencias, teniendo que invertir tiempo en monitorear si está llegando agua de la calle o no, cuando es necesario cortar el suministro de agua a los habitantes o a qué nivel se encuentra el tanque de reserva, por citar algunos ejemplos, siendo los errores humanos el común denominador.

Poder supervisar y controlar estos servicios básicos, así como el encendido y apagado de las luces, los sistemas de riego en las áreas comunes, el control de las entradas, y otros, facilitará las tareas de mantenimiento y mejorará el funcionamiento y rendimiento de los sistemas de servicios de los edificios y del personal encargado.

En razón a todo lo expuesto se realiza el presente trabajo de investigación con la finalidad de hacer que un edificio residencial con tiempo de construcción adquiriera las características de un edificio inteligente, y dar mayor calidad de vida a los habitantes del mismo.

1.2 Formulación del problema

En virtud de los planteamientos realizados anteriormente, y con el objetivo de estudiar y desarrollar las características de un edificio inteligente para adaptarlas e implementarlas en un edificio existente, mediante sistemas de control automático,

la investigadora se hizo la siguiente interrogante: ¿De qué manera se puede desarrollar en un edificio residencial las características de un edificio inteligente?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Desarrollar las características de un edificio inteligente para un edificio residencial.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Investigar las características de los edificios inteligentes.
- Determinar las funciones a controlar y automatizar de un edificio residencial.
- Evaluar la factibilidad de desarrollar las características de un edificio inteligente en un edificio residencial.
- Diseñar el sistema de control, automatización y supervisión para las funciones seleccionadas.

1.4 Justificación del Problema

El fin de este trabajo de investigación, es desarrollar el control y automatización de los servicios y tareas básicas que se ejecutan en un edificio residencial, tales como; el agua, el gas, el encendido y apagado de las luces de las áreas comunes y la vigilancia de todos los accesos al edificio.

Poder contar con todos los sistemas automatizados podrá evitar errores humanos, cuya consecuencia es la paralización de los servicios indispensables para los habitantes del edificio, y se incrementara la seguridad al monitorear todos los accesos del mismo.

El beneficio para los habitantes de los edificios, donde se pueda implementar estas características, será de forma inmediata, ya que podrán tener seguridad de que los servicios se suspenderán solo cuando sea estrictamente necesario, y no cuando al personal de mantenimiento le parezca que es conveniente, o cuando la supervisión falle y se queden sin el suministro o el recurso necesario.

1.5 Alcance

El proyecto tiene como alcance, proponer la incorporación de las características de un edificio inteligente para un edificio residencial, en este caso, el Edificio Residencias Assad Palace, donde reside la investigadora. Se desarrollarán los sistemas correspondientes para el control y monitoreo de los

servicios mencionados en la sección anterior, así como las simulaciones de los mismos para verificar la efectividad de estos.

Las simulaciones del control y automatización serán realizadas en un controlador lógico programable SIEMENS® S7-300, además se implementará el sistema SCADA haciendo uso del software Wonderware, ambos existentes en el laboratorio de automatización e instrumentación industrial de la Universidad José Antonio Páez.

1.6 Limitaciones

Las limitaciones de este trabajo de investigación, se centran en que los elementos que se utilizaran para las simulaciones están ubicados en la Universidad José Antonio Páez y el edificio que se está tomando como ejemplo queda en la ciudad de Valencia, por lo tanto, será necesario que la investigadora tome los datos necesarios en el sitio y se traslade a la Universidad para su implementación. También existe la limitante del tiempo de disponibilidad del laboratorio, ya que los mismos son usados por los estudiantes de la universidad para el desarrollo de las prácticas de diferentes materias.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Con el avance de la tecnología y la búsqueda de confort, ahorros y seguridad, se han desarrollados sistemas de automatización para controlar los servicios de una vivienda, de un edificio o de una empresa.

Puesto que en este ámbito se desea llevar a cabo la presente investigación, las siguientes secciones resumen los fundamentos teóricos revisados por la investigadora para el desarrollo de la misma.

2.1 Antecedentes de la investigación

A continuación, se presentarán una serie de estudios basados en el diseño de un sistema de control orientados a la inmótica y respectivo a edificios inteligentes.

Miralles C (2006) en su trabajo de grado **“Control y gestión integrada de un edificio inteligente para oficinas”** realizado para optar por el título de ingeniera eléctrica y automática, en la escuela técnica superior de ingeniería de España, presenta el análisis detallado de todos los servicios de un edificio de oficinas donde se requieren automatizar los mismo.

La autora da explicaciones sobre los cálculos, los planos eléctricos de las instalaciones realizadas y la programación que se ejecutara para la automatización de los servicios. También se desarrollan los conceptos de PLC y de sistema SCADA.

De este trabajo de investigación se tomará como referencia los servicios automatizados, los protocolos de comunicación utilizados para los sensores y los actuadores. También se tomará como ejemplo del estudio de mercado realizado por la autora para compararlo y garantizar la factibilidad del proyecto.

García H. (2007) en su trabajo de grado **“Alternativas tecnológicas de control de iluminación aplicables a edificios inteligentes y domótica”** realizado para optar por el título de especialista en construcción de obras civiles en la Universidad Rafael Urdaneta, Venezuela, presenta las alternativas tecnológicas de control de iluminación aplicables a edificios inteligentes y domótica, incentivando

el interés hacia las nuevas tecnologías utilizadas en todos aquellos componentes de iluminación que conforman una edificación tanto doméstica como comercial.

Analizó los distintos protocolos de comunicación a ser implementados tomando en cuenta los aspectos arquitectónicos, tecnológicos, ventajas y desventajas. También identifico las características, variables, ventajas y desventajas de los sistemas de control de iluminación aplicables a edificios inteligentes y domótica e hizo el estudio de factores económicos de los sistemas de control de iluminación.

Se tomará de este trabajo, el resultado del estudio de los sistemas de control de iluminación que se describen, así como el estudio de mercado y ahorro que el autor realizó, como base para la toma de decisiones al respecto.

Por su parte, Caldera M. (2012) en su trabajo de grado titulado **“Inmótica en hoteles 5 estrellas de la ciudad autónoma de Buenos Aires”** para optar por el título de Lic. en Hotelería en la Universidad Abierta Interamericana, presento como se implementa la inmótica en los hoteles de la capital argentina. En esta investigación se desarrollaron los conceptos de inmótica y domótica, enfocándose en los aportes de estas tecnologías, cuales son algunos de los protocolos de comunicación utilizados, y las funciones que por lo general se automatizan en los recintos hoteleros.

Los establecimientos hoteleros utilizan una significativa cantidad de energía y agua para suministrar servicios y confort a sus huéspedes. Este gran uso de energía se ve reflejado en el elevado costo de la factura de la electricidad, que podría decirse es uno de los mayores gastos que tienen los complejos hoteleros. Ante eso, con este trabajo, se pretende demostrar que la inmótica abre una ventana de oportunidades para sacar el máximo partido de la energía, generando un ahorro energético además del económico.

De esta investigación, se tomará en cuenta los protocolos, los servicios y los beneficios que proporcionan la automatización para cualquier recinto y el énfasis que hace la autora de lo importante que es el ahorro que proporcionan estos sistemas.

Finalmente, Baldeón D y Congacha Y. (2014) en su trabajo de grado titulado **“Estudio y diseño de un sistema domótico aplicado en el edificio de**

laboratorios para la facultad de mecánica” realizado para optar el título de Ingeniero de Mantenimiento en Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en Ecuador, presentan el beneficio que se tiene al implementar la tecnología domótica en las edificaciones, desde mejorar la calidad de vida del usuario, hasta administrar de forma correcta el consumo energético y brindar seguridad.

El sistema estudiado cuenta con la aplicación del protocolo X10 para la transmisión de datos por medio de corrientes portadoras con el fin de recibir la información de los sensores, un microprocesador emita orden para que los actuadores ejecuten su trabajo. Las actividades que se desean concretar, se estructuran en: ahorro energético, seguridad y brindar confort al facilitar el tránsito a personas con discapacidad.

De este trabajo de investigación se toma como referencia los elementos de medición para las variables que se desean controlar y la distribución de los mismos.

2.2 Base Teóricas

Arias (2012) afirma que “Las bases teóricas implican un desarrollo amplio de los conceptos y proposiciones que conforman el punto de vista o enfoque adoptado, para sustentar o explicar el problema planteado” (p. 107). Por lo cual, en esta sección se desarrollarán todos los conceptos necesarios para darle sentido a la problemática planteada.

2.2.1 Edificio Inteligente

A continuación, se define de manera amplia las características de un edificio inteligente, que servirán de apoyo para el desarrollo del proyecto.

La Compañía Honeywell, S.A., México, D.F., considera que:

Un edificio inteligente es aquél que posee un diseño adecuado que maximiza la funcionalidad y eficiencia en favor de los ocupantes, permitiendo la incorporación y/o modificación de los elementos necesarios para el desarrollo de la actividad cotidiana, con la finalidad de lograr un costo mínimo de ocupación, extender su ciclo de vida y garantizar una mayor productividad estimulada por un ambiente de máximo confort.

De acuerdo a esta definición, la figura 1 representa un esquema que caracteriza las ventajas de un edificio inteligente.



Figura 1. Edificio Inteligente

Fuente: http://diarionoticias24horas.blogspot.com/2010/07/convergeit-para-edificios-inteligentes_22.html

2.2.1.1 Niveles de Inteligencia de un edificio inteligente

Los grados o niveles de inteligencia de un edificio se determinan en función de la automatización de las instalaciones. Estos son:

- **Nivel 1.** Inteligencia mínima o básica. Existe sistema de automatización de la actividad y de los servicios de telecomunicaciones, aunque no estén integrados.
- **Nivel 2.** Inteligencia media. Tiene un sistema de automatización del edificio totalmente integrado, pero sin una integración compleja de las telecomunicaciones.
- **Nivel 3.** Inteligencia máxima o total. Los sistemas de automatización del edificio, la actividad y las telecomunicaciones, se encuentran totalmente integrados.

2.2.1.2 Beneficios de los Edificios Inteligentes

Los beneficios de los edificios inteligentes se pueden clasificar en:

- **Conveniencia.** Los edificios inteligentes son convenientes para los ocupantes, arrendatarios y propietarios en el sentido del ahorro, de la comodidad, de la flexibilidad, de la funcionalidad, y sobre todo en la rentabilidad que estos representan.
- **Seguridad.** El saber que un edificio inteligente cuenta con sistemas de seguridad de alta tecnología que siempre resguardan y cuidan la integridad de sus ocupantes es reconfortante y satisfactorio para todos aquellos que ocupa un espacio en el edificio.

- **Vanguardia e Integración.** Los productos de alta tecnología para los edificios inteligentes son para usarse y ser integrados entre ellos y proveer la satisfacción total de las necesidades básicas y particulares de los ocupantes.

2.2.2 Elementos de control, automatización y supervisión para edificios inteligentes

Para implementar una automatización se necesitan elementos indispensables encargados del control y la supervisión. Los elementos van desde controladores que, como su nombre los indica, hacen las acciones de control; los protocolos de comunicación que existen entre los elementos del sistema y los softwares donde se realizan y ejecutan los programas. Además de estos, también se cuenta con los llamados instrumentos o elementos de campo, los cuales son los emisores de señales o los receptores de las mismas para realizar las tareas programadas.

A continuación, se hará una breve descripción de los elementos que se utilizan en la aplicación de edificios inteligentes.

2.2.2.1 Controlador Lógico Programable

De acuerdo con la definición de la “NEMA” (*National Electrical Manufacturers Association*), un controlador programable es:

...Un aparato electrónico operado digitalmente, que usa una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones para implementar funciones específicas, tales como lógica, secuenciación, registro y control de tiempo, conteo y operaciones aritméticas para controlar, a través de módulos de entradas y salidas o analógicas. (p 20.)

En la figura 2 se muestra la estructura general de un PLC



Figura 2. Controlador Lógico Programable
Fuente: http://firelec.com/webroot/media/System_S7_300.jpg

Los PLC's por sus características de diseño tienen un campo de aplicación muy extenso. Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, etc., por lo tanto,

su aplicación abarca desde procesos de fabricación hasta aplicaciones de domótica e inmótica.

Hacer uso de PLC's para aplicaciones de inmótica tiene sus ventajas y sus limitaciones. Las ventajas son: Al ser un dispositivo que se programa según las aplicaciones que se requieran, se puede hacer cualquier acción con él, el limite estará en lo que quiera hacer o no el usuario de la edificación a automatizar, indistintamente del fabricante, el funcionamiento básico de los PLC's es igual, a diferencia de otros sistemas especializados en domótica que presentan esquemas de funcionamiento distintos y cada elemento del sistema tienen formas distintas de programarse.

Como limitante, tenemos que este tipo de equipo tiene un costo elevado, en comparación con los protocolos o estándares dedicados para estas aplicaciones. Otra desventaja es que son equipos que necesitan de cierto espacio mínimo para su instalación.

Para complementar el control de los edificios inteligentes, se implantan otros sistemas como el que se describe a continuación.

2.2.2.2 Sistema de supervisión, control y adquisición de datos.

Mejor conocido por su acrónimo, SCADA, es un sistema que permite supervisar una planta o proceso por medio de una estación maestra, adquiriendo los datos de interés desde el campo para hacer un control (Ver Figura 3).



Figura 3. Sistema de Adquisición de datos y supervisión.

Fuente: <https://www.esmartcity.es/comunicaciones/sistema-scada-telegestion-diferentes-dependencias-municipales>

Implementar un sistema SCADA en un edificio inteligente trae ahorros significativos en el consumo de energía eléctrica, aumentos de la eficiencia de todos los procesos del edificio y reducción del impacto ambiental. Además de una mejora

en la calidad de vida de los habitantes del edificio y mayor sostenibilidad, porque con el sistema se tienen diversos equipos interconectados y supervisados en tiempo real y de manera remota, la cual permite tomar cualquier acción para corregir las ineficiencias que se puedan producir.

Para poder adquirir la información necesaria y los datos con los cuales el controlador y el SCADA van a ejecutar el control, es necesario el uso de ciertos instrumentos y elemento, alguno de esto se describen seguidamente.

2.2.2.3 Sensores

Son dispositivos capaces de reconocer la variación de una variable física o química y transformarlas en variables eléctricas, son los elementos encargados de recoger información de los diferentes sistemas que se controlan. Algunas de estas variables son: temperatura, distancias, presión, nivel, presencia.

Entre los principales sensores utilizados para la aplicación de los edificios inteligentes se tienen:

2.2.2.3.1 Sensores de presencia

Este tipo de sensor activa o desactiva automáticamente el mecanismo eléctrico al que se encuentre conectado cuando detecta o no, la presencia de un objeto dentro de un radio determinado, puede ser utilizado para la asistencia en iluminación a las personas en ambientes oscuros o para la detención de intrusos.

La Figura 4 corresponde a un sensor de presencia.



Figura 4. Sensor de presencia

Fuente: <http://www.domoticadomestica.com/domotizar-un-sensor-de-movimiento-cableado/>

2.2.2.3.2 Sensor de humo

Al presentarse humo dentro de algún lugar donde este sensor se encuentre, el mismo entra en funcionamiento y envía su señal al dispositivo de control al cual

esté conectado para activar el sistema contra incendio y mitigar un incendio o alguna situación de peligro. (Ver figura 5).



Figura 5. Sensor de humo

Fuente: <http://www.domoticadomestica.com/domotizar-un-sensor-de-movimiento-cableado/>

2.2.2.3.3 Sensor de nivel.

Es, generalmente, un sensor de tipo conductivo, compuesto por uno o varios electrodos dentro de un tanque y un relé electrónico o eléctrico que es excitado cuando el líquido los moja. El instrumento se emplea generalmente como alarma o sensor para alto y bajo nivel, y por lo tanto, los electrodos se encuentran en los puntos de máximo y mínimo nivel de operación. Para este tipo de aplicación se utiliza este tipo de sensor, debido a su robustez, sencillez, bajo costo y rendimiento. (Ver Figura 6).



Figura 6. Sensor de nivel de electrodos.

Fuente: <http://www.e-direct.endress.com/>

2.2.2.3.4 Sensor de caudal.

Un caudalímetro es un instrumento de medición de caudal. Existen una gran variedad según su principio físico. Para aplicaciones de inmótica es común encontrarse los caudalímetros de desplazamiento positivo, los cuales miden directamente el volumen de fluido que pasa a través del instrumento. La velocidad rotativa del mecanismo en su interior es directamente proporcional a la tasa de flujo.

Tienen como ventaja el bajo mantenimiento y altas precisiones. Estos aparatos suelen colocarse en línea con la tubería que transporta el fluido (Ver Figura 7).



Figura 7. Sensor de Caudal

Fuente: <http://es.omega.com/technical-learning/medidor-de-flujo-de-desplazamiento-positivo.html>

2.2.2.4 Actuadores.

Estos dispositivos son los que actúan directamente sobre los elementos a controlar, reciben órdenes y las transforman en señales de aviso, de regulación o conmutación. Entre los más comunes de las instalaciones inmótica están las electroválvulas (Control de agua y gas), sirenas o elementos zumbadores, motores eléctricos, abre puertas, entre otros. (Ver figura 8)



Figura 8. Electroválvula

Fuente: <https://adajusa.es/electrovalvulas-de-control-de-procesos-y-domotica/electrovalvula-fluidos-14-22-cerrada-12vcc-accionamiento-combinado.html>

2.2.2.5 Pasarelas.

Es el dispositivo que interconecta los distintos dispositivos destinados a la automatización del edificio, haciendo de interfaz común de todos ellos hacia las redes externas. Permite el control local o remoto de todos los dispositivos del

edificio. Entre las pasarelas tenemos los routers, modem con acceso a internet, servidor de aplicaciones. (Ver figura 9)



Figura 9 Pasarela

Fuente: <http://www.cisco.com/c/en/us/products/unified-communications/spa8800-ip-telephony-gateway-4-fxs-4-fxo-ports/index.html>

Cabe destacar que, en el mercado internacional, existen componentes dedicados para estas aplicaciones que pueden ser incorporados directamente a las redes de comunicación ya desarrolladas en estas áreas, a continuación, se presentas alguno de ellos.

2.2.2.6 Protocolos de comunicación o Estándares dedicados.

Con los avances de la tecnología, se han desarrollado muchos protocolos de comunicación dedicados para las aplicaciones de inmótica y domótica. A continuación, se presentan los más utilizados:

2.2.2.6.1 KNX

KNX es un protocolo de comunicación de red basado en el modelo de interconexión de sistemas abierto (OSI) para edificios inteligentes. Este protocolo utiliza varios medios de comunicación física, como lo son: cableado de par trenzado, red eléctrica, radio frecuencia y ethernet.

KNX se ha desarrollado y ha tomado tanto impulso en el campo de la inmótica que más de 150 fabricantes, entre ellos; SIEMENS, ABB, y Shneider Electric por citar algunos; han implementado este protocolo en sus desarrollos para poder seguir compitiendo en el mercado.

Las principales ventajas de este protocolo son:

- Es totalmente flexible, capaz de comunicarse y funcionar con diferentes productos de diferentes fabricantes y sin importar su aplicación.
- Sus productos prestan alta calidad. La organización exige que todos sus fabricantes estén certificados por la ISO 9001.

En este protocolo se emplea un código redundante, en donde cada bit se envía dos veces, una en su verdadero valor e inmediatamente otro negado, con el fin de disminuir los posibles errores de comunicación.

La figura 11, se observa el logo con el que se reconoce la adhesión al protocolo X 10 en el mercado.



Figura 11. Protocolo X10

Fuente: <https://www.x10.com/x10-home-automation.html>

Por último, otro de los protocolos conocido para estas aplicaciones a pesar de no ser tan utilizados como los anteriores.

2.2.2.6.3 Estándar LonWorks

Es un estándar para cualquier proyecto de domótica con el concepto de arquitectura descentralizada. Es un protocolo con gran robustez y fiabilidad, pero tiene un costo bastante elevado, por lo que no ha tenido mucho auge en el mercado doméstico, ya que existe muchas competencias mucho más económicas y con servicios similares.

LonWorks puede funcionar sobre cable coaxial, par trazado, corrientes portadoras, fibra óptica e incluso radio frecuencia.

La figura 12, se puede observar como es reconocido el logo del estándar LonWorks



Figura 12. Estándar LonWorks

Fuente: <http://www.lonmark.es/www/sistemas/queeslon.php?mn=21>

En la siguiente sección se muestran las soluciones existentes en el mercado actual desarrolladas por distintos fabricantes.

2.2.3 Soluciones existentes en el mercado.

Con el pasar de los años, los altos indicios de calentamiento global y contaminación, han acarreado que las grandes empresas de desarrollo tecnológico se propongan a ser partícipe de lo que hoy llamamos un planeta verde, creando conciencia y desarrollando sistemas o productos que sigan mejorando la calidad de vida de los seres humanos, pero disminuyendo el impacto ambiental. Con esto ha surgidos conceptos como edificios y ciudades inteligentes.

Como parte de estas iniciativas, SIEMENS® ha desarrollado una plataforma de gestión integrada, para edificios y ciudades inteligentes, conocida como Desigo CC. Según el diario digital El Economista, la plataforma se puede integrar a cualquier tipo de infraestructura, sin importar su magnitud, para hacer el control de ventilación, climatización, protección contra incendios, seguridad e iluminación.

Desigo CC está compuesto de funciones como gestión de alarmas, programas horarios para actividades, registros de tendencias, combinadas con funciones de control sofisticadas. Su protocolo de comunicación es abierto, haciendo sencillo conectar a una amplia variedad de elementos para la aplicación de edificaciones inteligentes sobre distintos protocolos de comunicación como los antes mencionados.

Como ventajas tiene, el ahorro energético gracias a su gestión inteligente de energía y funciones de ahorro, fiabilidad certificada, durabilidad y eficiencia con costos de mantenimientos bajos.

Utilizando esta plataforma, SIEMENS® ha automatizado varias infraestructuras en España como lo son: El Hospital del mar en Barcelona, el Hotel Hilton también en Barcelona y la Torre de cristal en Madrid.

La figura 13 corresponde a un segmento topología del sistema Desigo CC, en ella se puede observar la gran variedad de elementos y protocolos que se pueden utilizar e interconectar a través de un bus.

Además de este sistema dedicado, SIEMENS® también desarrollo un controlador de gama baja conocido comercialmente como LOGO! Es un PLC de menor capacidad. Es posible programarle funciones y agregarle más módulos si se llegase a necesitar más salidas.

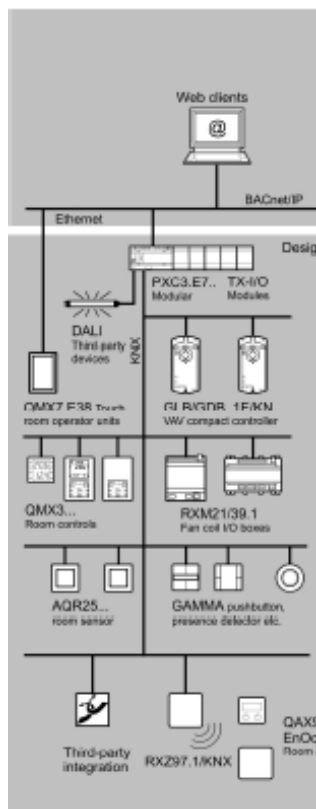


Figura 13. Topología de DESIGO CC
Fuente: Sistema de automatización de edificios Desigo. (2014)

Por su parte Honeywell, ha desarrollado un sistema para edificios inteligentes denominado *Enterprise BuildingsIntegrator*.

Honeywell *Enterprise BuildingsIntegrator* (EBI), es una solución integral basada en una red para la automatización inteligente de edificios y administración de empresas. Usando una arquitectura flexible y estándares abiertos de la industria, EBI integra los sistemas existentes del edificio para reestructurar procesos y optimizar el rendimiento del edificio (Ver figura 14).

Entre las características del EBI están:

- Aprovecha e integra las fortalezas individuales de sistemas separados de un edificio, al integrarlos a una plataforma para un mayor control de los sistemas del edificio.
- Aumenta la productividad y flexibilidad al tiempo que reduce los costos operativos, de energía y de mantenimiento.

- Permite una mayor eficiencia y capacidades de toma de decisiones, para obtener una mejor comprensión de todas las instalaciones, usando una única interfaz de operador.



Figura 14. Estructura de EIB

Fuente: [https://buildingsolutions.honeywell.com/es-](https://buildingsolutions.honeywell.com/es-XL/newsevents/resources/Publications/ELSA_honeywell-hbs-integrador-de-edificios-corporativos-diagrama-explicado.jpg)

[XL/newsevents/resources/Publications/ELSA_honeywell-hbs-integrador-de-edificios-corporativos-diagrama-explicado.jpg](https://buildingsolutions.honeywell.com/es-XL/newsevents/resources/Publications/ELSA_honeywell-hbs-integrador-de-edificios-corporativos-diagrama-explicado.jpg)

- Permite una mayor eficiencia y capacidades de toma de decisiones, para obtener una mejor comprensión de todas las instalaciones, usando una única interfaz de operador.
- Mejora la seguridad y confort para los ocupantes del edificio.
- Personaliza el sistema para cumplir con las necesidades de sus instalaciones y obtener una plataforma escalable y flexible para permitir los cambios a lo largo del tiempo.
- Soporte para dispositivos móviles, y acceso a través de un explorador web para una mayor productividad y respuesta.

Así mismo, y de acuerdo a la necesidad requerida, Honeywell ha desarrollado otras licencias para que en conjunto con la anterior puedan brindar un mejor servicio. Algunas de estas licencias son:

- **HoneywellBuilding Manager:** Interactúa con las principales soluciones de sistema abierto para proporcionar monitoreo y control de los sistemas de climatización, administración de mantenimiento, control de iluminación.

- ***HoneywellEnergy Manager:*** Ayuda a recopilar, analizar y actuar de acuerdo con los datos para reducir el consumo de energía, los costos y las emisiones de carbono en las instalaciones, y monitorea, valida y optimiza el uso de energía para ayudar al medio ambiente y ahorrar dinero.
- ***Honeywell Security Manager:*** Ayuda a proteger a los empleados, los bienes y la propiedad intelectual por medio de dispositivos de monitoreo de seguridad, control de acceso y vigilancia, incluido el monitoreo de horarios y asistencia, administración de visitantes y seguimiento de bienes y personal.
- ***HoneywellLifeSafety Manager:*** Monitorea y controla los sistemas de alarma para detección de incendios y controles de humo, así como anuncios públicos y de voz.
- ***Honeywell Digital Video Manager (DVM):*** Proporciona vigilancia por CCTV analógico y digital, incluido el análisis de video, grabación y visualización basada en eventos, usando cámaras nuevas o existentes conectadas directamente a su red.

El edificio *25 York Street* en la ciudad de Toronto, Canadá, es uno de los edificios más inteligentes y energéticamente eficientes en el mundo. Los servicios de climatización, control de iluminación, accesos, ascensores y estacionamientos, además de las alarmas contra incendios están controlados por *Honeywell Enterprise Buildings Integrator*.

Otra empresa líder en domótica e inmótica es Crestron con el sistema *Integrated by Design*, que ofrece gestión y control de distintos elementos de los edificios como la iluminación, seguridad, horarios de las luces y climatización desde una plataforma que maximiza el ahorro y los costos energéticos e incrementa la productividad.

Además de los sistemas de control y automatización, la industria de la supervisión remota también tiene un papel importante en estas implementaciones. En la actualidad, existen una gran cantidad de infraestructuras las cuales cuentan con sistemas SCADA e interfaces HMI para el monitoreo de los servicios críticos. Por citar algunos ejemplos, el Grupo de Torre España utiliza InTouch® de Wonderware para el control de suministro eléctrico. La compañía ASSI, encargada en prestar el servicio de control en infraestructuras en España, también hace uso de

este software para el monitoreo de los servicios por la sustentabilidad, lo fiable y la alta calidad que presta este sistema. Otra edificación, que cuenta con InTouch® integrado en sus sistemas, es la sede de Logitek en España (Figura 15), siendo utilizado para cambios de consigna del aire acondicionado, monitorización y forzado manual de la iluminación de las oficinas, programación de la apertura y cierre de las persianas, entre otras funciones.



Figura 15. SCADA de las oficinas de Logitek

Fuente. http://www.logitek.es/wp-content/uploads/2016/03/Logitek_ss.pdf

2.3 Definición de términos básicos

Según Tamayo (1998), la definición de términos básicos “Es la aclaración del sentido en que se utilizan las palabras o conceptos empleados en la identificación y formulación del problema” (p.78). En este sentido, se listan a continuación las correspondientes al presente trabajo:

- **Ahorro energético:** Es la acción de optimizar el consumo de energía, haciendo uso de esta de una manera más responsable.
- **Domótica:** Conjunto de técnicas orientadas a automatizar una vivienda, que integran la tecnología en los sistemas de seguridad, gestión energética, bienestar o comunicaciones.
- **Inmótica:** La centralización de los datos del edificio o complejo, posibilita supervisar y controlar confortablemente desde una PC, los estados de funcionamiento o alarmas de los sistemas que componen la instalación, así como los principales parámetros de medida.

- **Microcontroladores:** Circuito integrado que en su interior contiene una unidad central de procesamiento, unidades de memoria, puertos de entrada y salida y periféricos.
- **Protocolos de comunicación:** Es un sistema que permite que dos o más elementos de un sistema de comunicación interactúen entre ellos con el fin de transmitirse una información por medio de cualquier magnitud física.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se presentan las herramientas metodológicas que sustentan la investigación. Se precisa el tipo, nivel y diseño de la investigación, se detalla la población seleccionada, así como la muestra y los instrumentos de recolección de datos. En este sentido Arias (2006), lo define "...como el conjunto de pasos, técnicas y procedimientos que se emplean para formular y resolver problemas" (p.16)

3.1 Tipo de Investigación

Este trabajo de grado se ajusta a la modalidad de proyecto factible, que según Hurtado (2008), se define como:

Un proyecto factible consiste en la elaboración de una propuesta, un plan, un programa o un modelo, como solución de una problemática o necesidad de tipo práctico, ya sea de un grupo social, o de una institución, o de una región geográfica, en un área particular del conocimiento, a partir de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento... (p.47)

Por lo tanto, este proyecto es factible, ya que se está proponiendo la solución de un problema a través de la implementación de la automatización de los servicios básicos en conjuntos residenciales, lo cual podrá darle un cambio positivo a la calidad de vida de los habitantes de estos. Por otro lado, el desarrollo del proyecto conlleva la integración de los conocimientos adquiridos durante la carrera sobre automatización y programación de autómatas.

3.2 Nivel de la investigación

De acuerdo a Arias (2006) "El nivel de investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda un objeto o fenómeno, y este puede ser exploratorio, descriptivo explicativo." (p.23).

El nivel de investigación del presente trabajo se ajusta a la modalidad de investigación descriptiva, ya que se describen los pasos y elementos necesarios para lograr automatizar los servicios básicos del conjunto residencial en estudio para que alcance las características de un edificio inteligente. Esto queda totalmente

soportado por Arias (2006) cuando dice que “La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo con el fin de establecer su estructura o comportamiento” (p.24)

3.3 Diseño de la investigación

Una vez definido el tipo y nivel de investigación, se procede a establecer el diseño de investigación, que según Balestrini (2006) “...es un plan global de investigación que integra de un modo coherente y adecuadamente correcto, técnicas de recogidas de datos a utilizar, análisis previstos y objetivos” (p.131).

Esta investigación se caracteriza por ser una investigación de campo no experimental y transversal. Es de campo según lo establecido por la Universidad Pedagógica Libertador (2003), que expresa:

Se entiende por investigación de campo, el análisis sistemático de problemas en la realidad, con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos, o predecir su ocurrencia, haciendo uso de métodos característicos de cualquiera de los paradigmas o enfoques de investigación conocidos o en desarrollo. Los datos de interés son recogidos en forma directa de la realidad; en este sentido se trata de investigaciones a partir de datos originales.

Es una investigación no experimental y transversal, porque la información será tomada del contexto real y se recopilará solo una vez. Según los autores Santa Palella y Martins (2010):

El diseño no experimental es el que se realiza sin manipular en forma deliberada ninguna variable. El investigador no sustituye intencionalmente las variables independientes. Se observan los hechos tal y como se presentan en su contexto real y en un tiempo determinado o no, para luego analizarlos. Por lo tanto, en este diseño no se construye una situación específica si no que se observa las que existen. (p.87)

3.4 Población y muestra

El siguiente paso en el aspecto metodológico, es definir la población y la muestra a la cual se le aplicaran las técnicas e instrumentos de recolección de datos como parte del estudio.

Latorre, Rincón y Arnal (2003), definen la población como “El conjunto de todos los individuos (objetos, personas, eventos, etc.) en los que se desea estudiar el fenómeno. Éstos deben reunir las características de lo que es objeto de estudio”

Por la naturaleza de la investigación, la población es finita e intencional y estará conformada, por una parte, por el edificio Assad Palace que se utilizará como modelo para el estudio, y por otra parte por los profesionales relacionados con el tema y las personas responsables del control de los servicios del edificio. Esto da un total de diez personas, seis de las cuales son profesionales en las áreas de ingeniería y arquitectura y cuatro pertenecientes a la junta de condominio del edificio Assad Palace de la ciudad de Valencia.

Por su parte, Jiménez Fernández (1983) destaca que la condición de representatividad que ha de tener la muestra:

... es una parte o subconjunto de una población normalmente seleccionada de tal modo que ponga de manifiesto las propiedades de la población. Su característica más importante es la representatividad, es decir, que sea una parte típica de la población en la o las características que son relevantes para la investigación (p.128).

Uno de los trabajos más delicados del muestreo es determinar el tamaño de la muestra, y Silva (2014), establece que “el tamaño de la muestra está relacionado con los objetivos de estudio y las características de la población; asimismo, con los recursos y el tiempo de que se disponga.”(p.97). Por lo tanto, la muestra, por tener una población finita e intencional, será igual al total de la población.

3.5 Fuentes, técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para el desarrollo adecuado de la investigación es importante contar con información precisa y correcta, en esta sección del trabajo se determinan las fuentes de donde se obtiene la información, cuáles son las técnicas de recolección de datos que se le aplicarán a la muestra seleccionada y cuáles serán los instrumentos usados para la recolección de lo mismo.

3.5.1 Fuentes de información

La investigación se inicia a partir de la búsqueda de información relacionada con la inmótica, edificios inteligentes y posibilidades de aplicación de los recursos existentes en la universidad, estas fuentes son:

- Búsqueda y análisis de los conceptos de edificio inteligentes.

- Búsqueda y análisis de los elementos presentes en los edificios inteligentes.
- Búsqueda y análisis para el manejo de herramientas de programación de los PLC y sistemas SCADA, existentes en la UJAP.

3.5.2 Técnicas de recolección de datos

En opinión de Rodríguez (2008), “las técnicas de recolección de datos, son los medios empleados para recolectar información, entre ellas destacan, la observación, cuestionario, entrevistas y encuestas.”

En lo que respecta a este trabajo de grado, se optará por utilizar la entrevista, que según Buendía, Colas y Hernández la entrevista es: “La recogida de información a través de un proceso de comunicación, en el transcurso del cual el entrevistado responde a cuestiones previamente diseñadas en función de las dimensiones que se pretenden estudiar planteadas por el entrevistador.”

Para el proyecto se aplicará una entrevista de tipo estructurado con un dialogo previamente formalizado con preguntas referente a las variables fundamentales que sustentaran la investigación, además de conocer la experiencia previa de los especialistas en el área de automatización, control y edificación.

Otra de las técnicas a utilizar será la observación directa, que es el proceso en el cual el investigador recolecta datos directamente desde el medio ambiente del fenómeno a estudiar, tal como lo expresa Hurtado (2008): "... es un proceso de atención, recopilación, selección y registro de información para el cual el investigador se apoya en sus sentidos.” (p.459).

Con esta técnica se recopilará la información relativa a los servicios a automatizar, como funcionan, problemas y expectativas por parte de la junta directiva del edificio como de los habitantes del mismo.

3.5.3 Instrumentos para la recolección de datos

En este caso la investigadora hará uso de una agenda para tomar nota y de una grabadora para guardar las conversaciones al momento de realizar la entrevista, esto permitirá poseer un soporte de la información en periodos de tiempo de modo que el investigador pueda recuperar la información cuando lo necesite.

También se hará uso de una cámara fotográfica para registrar la ubicación del edificio, rutas de acceso de los equipos y redes, ubicación sala de control y tener un registro de los instrumentos o equipos instalados en el edificio.

3.6 Fases de la investigación

Las fases metodológicas constituyen un seguimiento detallado de los objetivos específicos planteados anteriormente, que servirán de guía en el cumplimiento del objetivo general, el cual es la meta principal de esta investigación. Las mismas se describen a continuación.

FASE I. Investigar las características de los edificios inteligentes.

Mediante una investigación amplia en fuentes dedicadas al tema se logrará identificar cuáles son todas las características que debería abarcar un edificio para que pueda considerarse inteligente, cuáles son las ventajas y desventajas que los mismos presenten con el fin de tener el mayor conocimiento del tema, y poder establecer claramente el alcance del sistema y sus componentes.

Además de las características antes mencionadas, se hará un estudio de los tipos de controladores existentes para los edificios inteligentes, cuáles son los más comunes y que empresas se han desarrollado en este ámbito.

FASE II. Determinar las funciones a controlar y automatizar de un edificio residencial.

En esta fase, mediante entrevistas, la observación y la información encontrada en la literatura, se podrán definir cuáles son las funciones, que, según las necesidades, deberán ser consideradas al automatizar y controlar el sistema que se propone desarrollar, y cuales los requerimientos de hardware y software.

Se plantearán algunas estructuras inteligentes existentes en el país para conocer las funciones que realizan, cuáles son sus sistemas de control

FASE III. Evaluar la factibilidad de desarrollar las características de un edificio inteligente en un edificio residencial.

La fase tres constara del estudio de la factibilidad técnica, operativa y económica para determinar la posibilidad de implementar las características de un edificio inteligente a un edificio residencial con tiempo de construcción, a través del análisis de recursos técnicos, operativos y económicos.

FASE IV. Diseñar el sistema de control, automatización y supervisión para las funciones seleccionadas.

En esta fase, luego de las evaluaciones hechas en la fase anterior, se diseñará la lógica de control automatizado y el sistema de supervisión, para las funciones determinadas en la fase II. El sistema completo, será diseñado utilizando los softwares de programación STEP 7 de SIEMENS® y el Intouch® de Wonderware.

Para verificar la funcionalidad del sistema diseñado y puesto que no se implementará el proyecto, se hará la simulación del mismo en el laboratorio de automatización de la universidad.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

En este capítulo se desarrollarán detalladamente las fases planteadas en el capítulo anterior correspondiente a los objetivos específicos de la investigación.

4.1 FASE I. Investigar las características de los edificios inteligentes.

Mediante las consultas realizadas, y a las que se hace referencia en las bases teóricas, se pudo determinar cuáles son las características que otorgan niveles de inteligencia a cualquier edificación, así como, las ventajas y limitaciones que pueden conllevar estas características.

Algunas características esenciales para que un edificio se considere inteligente son:

- Eficiencia en el consumo, un edificio inteligente debe tener un consumo de energía y de agua controlado, regulando el caudal de agua, reutilizando las aguas servidas una vez tratadas y teniendo la información del consumo, tanto de agua como de electricidad.
- Integración en sus sistemas de control, todos los sistemas de control deben estar completamente integrados, desde la automatización hasta la información de los datos administrativos.
- Seguridad.
- Flexibilidad, adaptables para hacer alguna modificación o actualización en sus sistemas
- Confortables para sus habitantes, ya que su objetivo es otórgale calidad de vida a estos.
- Reducir la dependencia de personal externo para la vigilancia del control continuo de las variables controladas
- Poseer sistemas de control de acceso.
- Poseer sistemas de detección de Humo.
- Control de energía de elevadores.

Las ventajas que nos proporciona la implementación de estas características se centran en el confort para el usuario, en el ahorro energético, en la protección al medio ambiente, reduciendo sus costos de operación y haciendo de sus servicios, sistemas más funcionales. Con respecto al ahorro energético, algunas estrategias que comúnmente se implementan son: El encendido y apagado programado de las luces, la suspensión de los ascensores mientras no están en uso, limitaciones para el uso excesivo de energía eléctrica y optimización de chillers.

Como se mencionó en las bases teóricas, los edificios se dividen por su nivel de inteligencia, desde los que tienen unas pocas funciones automáticas, hasta los que integran todos sus elementos con protocolos de comunicación, y anexan la base de datos administrativa para tener un manejo global de la edificación.

Atendiendo a estas diferentes necesidades, las empresas líderes en automatización han desarrollado sistemas dedicados para aplicaciones de domótica e inmótica, elaborando dispositivos que sean compatibles con diversos protocolos de comunicación, para estar dentro del mercado. Estos sistemas dedicados, han desplazado el uso de los controladores convencionales en el mercado internacional, ya que algunos de ellos resultan más económicos porque solo necesitan una PC con conexión de internet, la compra de actuadores y pasarelas. Las desventajas de estos sistemas es que el usuario debe adaptarse a los elementos existentes y a las configuraciones que traen prediseñadas, por lo tanto, no hay libre escogencia en muchas de las actividades a automatizar.

En la tabla 1, se presentan algunos de los más renombrados fabricantes de los equipos especializados y sus soluciones, dando así respuesta al estudio al que se hace referencia en el capítulo III.

A pesar de que los sistemas dedicados han tenido auge en los que automatización de edificios y residencias se trata, el uso de controladores como PLC, PC, microprocesadores, entre otros; permiten al usuario personalizar su sistema y hacer las funciones exactamente como lo desean. Estableciendo los protocolos que les convengan más y comprando solo los instrumentos que se requieran para cada función.

Tabla 1. Soluciones existentes en el mercado.

FABRICANTE	PRODUCTO	HARDWARE	SOFTWARE	PROTOCOLO
SIEMENS	DESIGO CC	<ul style="list-style-type: none"> - PC con acceso a internet. - Tabletas - Smartphones 	<ul style="list-style-type: none"> - Programación estructurada, modular y orientada a los objetos que controlar. - Compatible con los sistemas de Windows. 	<ul style="list-style-type: none"> - LonWorks - Modbus - KNX - Profibus - Ethernet
HONEYWELL	Honeywell Enterprise Buildings Integrator	<ul style="list-style-type: none"> - PC con acceso a internet. - Tabletas - Smartphones 	<ul style="list-style-type: none"> - El sistema controla todos los dispositivos conectados en la red de comunicación - Integra los sistemas administrativos. - Consta de un sistema de redundancia 	<ul style="list-style-type: none"> - LonWorks - OPC - Servicios web - HTML5.
CRESTRON	Integrated by Design	<ul style="list-style-type: none"> - Panel de control - PC - Controladores desarrollados por la empresa. 	<ul style="list-style-type: none"> - Control de la iluminación de la vivienda - Historiador con gráficas para monitoreos variables de interés - Sistema encargado de manejo de la energía. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ethernet

Fuente: Michelle Crestani (2017)

En Venezuela, existen varias torres empresariales que fueron diseñadas bajo el concepto de edificio inteligente. La sede del Banco Banesco en Caracas, mejor conocida como Ciudad Banesco es un edificio altamente inteligente. Desde las alfombras de materiales reciclables, ascensores inteligentes que ahorran electricidad cuando no están en uso, hasta la arquitectura hacen a esta emblemática construcción un edificio ecológico. La fachada verde de baja reflectividad minimiza el gasto en aire acondicionado. A través de un sistema de control se realiza la vigilancia de la torre, además del autocontrol para las escaleras mecánicas e iluminación.

Al mismo tiempo, se ha intentado que los empleados de Ciudad Banesco contribuyan con el reciclaje, haciendo que cada papel, plástico o vidrio que se desecha vaya a un lugar especial para luego darle un mejor uso.

Otro conjunto empresarial con estas características es el Centro Corporativo La Viña Plaza en la ciudad de Valencia, conocido popularmente por los valencianos como la Torre Movistar. La Viña plaza tiene un nivel de inteligencia electrónica (todo su sistema se maneja con elementos eléctricos o electrónicos), el control de sus funciones se hace con PLC's en estructura de maestro-esclavo el cual consiste en un PLC principal, que recibe todas las señales del resto de los PLC. Cada función automatizada en el edificio tiene un controlador independiente.

Además de los PLC's, la torre consta de un sistema SCADA donde se monitorean todas las funciones y oficinas, y se lleva un historial de las averías o alertas que el sistema ha detectado.

Entre las funciones que hacen a éste un edificio inteligente y a la vez ecológico se tienen:

- La torre hace de uso de una vena de agua que pasa por debajo de la estructura, proveniente del cerro El Casupo, utilizando esta agua para la torre de enfriamiento y para los lavamanos.
- La torre tiene una torre de enfriamiento para pre-enfriar el agua de los aires acondicionados antes de pasar por los chillers, minimizando el gasto eléctrico de los mismos al no tener que hacer un esfuerzo mayor para enfriar.
- La planta eléctrica del edificio tiene un sistema de control que analizando la onda de las señales y detectando ciertos cambios, es capaz de anticipar la suspensión del suministro eléctrico, arrancando la misma antes de que el servicio falle por completo.
- El control de los ascensores es inteligente, con tan solo marcar el piso a donde se dirige el usuario este asigna un ascensor.
- El control de los accesos al edificio también esta automatizado. Cada piso de oficinas está cerrado y es necesario notificar para que le den el acceso al visitante.

- Las oficinas tienen un sistema de control remoto, es posible apagar y encender los aires acondicionados y las computadoras con solo llamar a un número telefónico e introducir un código.
- Tiene servicios avanzados en telecomunicaciones, antenas de transmisión de datos propias.
- Sistema contra incendios.

Estos son unos de los tantos beneficios que esta torre le da a los usuarios que la visitan, pero sobre todos a los que en ella laboran.

Otra torre en la ciudad de Valencia que se considera inteligente en la Torre BOD, tiene una inteligencia electromecánica (los elementos de control tienen partes eléctricas como mecánicas, como, por ejemplo, relés), también controlada por PLC. No se obtuvo mayor información de este sistema.

4.2. FASE II. Determinar las funciones a controlar y automatizar de un edificio residencial.

Para llevar a cabo esta fase, primero se realizó una entrevista (Ver guion de la entrevista en el anexo A) a una población finita de seis profesionales de las áreas de Ingeniería y Arquitectura que han tenido relación con aplicaciones en domótica e inmótica, así como automatizaciones con PLC's, con la finalidad de conocer, basados en su experiencia, su opinión sobre la aplicación de las características de un edificio inteligente a un edificio residencial con tiempo de construcción.

Además de los ingenieros y arquitectos, también se aplicó una encuesta a la junta de condominio del edificio modelo, compuesta por seis propietarios, para conocer los problemas que tienen actualmente, cuáles son los servicios críticos para ellos y si estarían de acuerdo en implementar la automatización en la residencia.

Los resultados de la encuesta, sirvieron para conocer desde el punto de vista técnico y social si es posible la implementación de una automatización a un edificio residencial, cuáles son los servicios críticos a automatizar y que ventaja acarrea la implementación.

A continuación, se presentan los gráficos correspondientes a los resultados obtenidos de la encuesta, además la tabla 2 enlista a las conclusiones de las respuestas de los profesionales entrevistados, tomando en cuenta todas sus observaciones y recomendaciones sobre la implementación del sistema inmótico en

un edificio residencial, aunque hay varios aspectos importantes que llamaron la atención de la investigadora como lo son:

- Uno de los ingenieros entrevistados ha estado relacionado con el tema de edificios inteligentes, como representante en Venezuela de unas de las soluciones mostrada en el marco teórico. Comentó que hace un par de años, hubo interés por implantar esta tecnología en el mercado local, desafortunadamente no fue posible, las limitaciones económicas y falta en los avances tecnológicos fueron las casusas.
- Otro de los Profesionales participo directamente en la construcción del edificio inteligente de la Torre Viña Plaza, siendo uno de los que participo en los diseños del mismo y apporto información de primera mano.
- Desde el punto de vista profesional es totalmente posible implementar las características inteligentes a un edificio con tiempo de construcción, teniendo en cuenta que hay modificaciones que no serán posible implementar.
- En opinión de los entrevistados, tecnológica y técnicamente hablando si es posible la implementación de las características de un edificio inteligente a uno residencial, la gran limitante que se tendría es el costo de la inversión.

La figura 16 establece que el 100% de la muestra conoce que es la inmótica y todos coincidieron con la definición planteada en las bases teóricas.

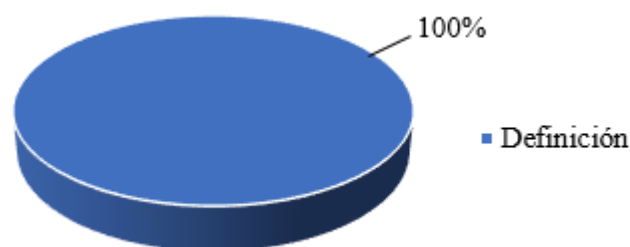


Figura 16. Resultado de la entrevista para ingenieros: Definición de inmótica
Fuente: Michelle Crestani (2017)

La figura 17 muestra según el punto de vista cual es la utilidad de realizar la implementación de las características inteligentes a un edificio con tiempo de construcción. Se tiene que el 50% de la muestra coincide que la mayor utilidad del sistema es la disminución de costos, el 33.33% el confort que brinda para las instalaciones y un 16.66% la mejora de la ergonomía.

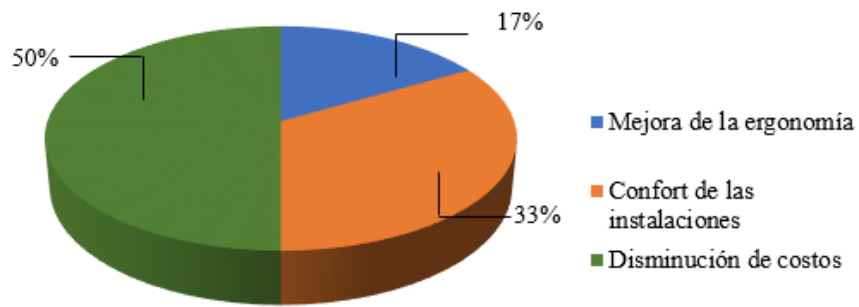


Figura 17. Resultado de la entrevista para ingenieros: Utilidad de la implementación

Fuente: Michelle Crestani (2017)

En la figura 18 se observa que el factor más importante a considerar es el económico con un 50%, con 33.33% la seguridad y un 16.66% la cultura que se necesita de parte de los usuarios del edificio para realizar la implementación

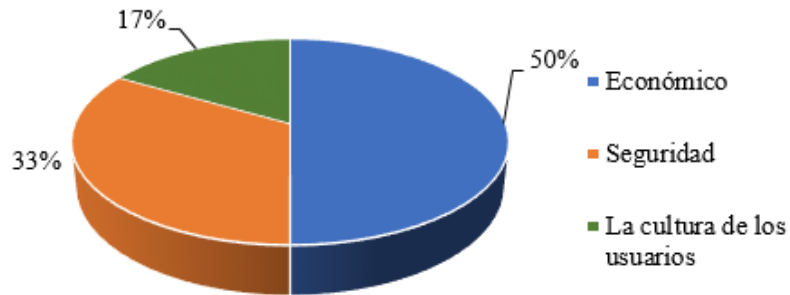


Figura 18. Resultado de la entrevista para ingenieros: Factores a considerar

Fuente: Michelle Crestani (2017)

Como se muestra en la figura 19 los servicios más importantes a controlar son la iluminación y el control del tanque de agua.

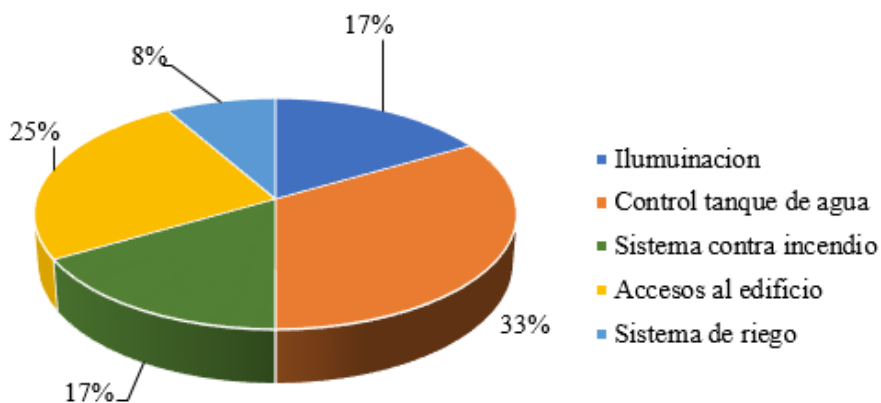


Figura 19. Resultados de la entrevista para ingenieros: Servicios

Fuente: Michelle Crestani (2017)

La figura 20 muestra que el 100% de los encuestados concuerda que el personal que realizara la implementación tiene que ser capacitado y tener conocimiento en el área de automatización.

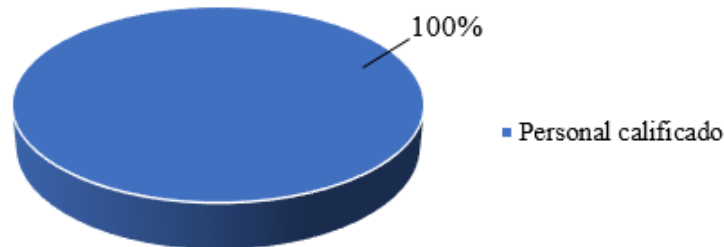


Figura 20 Resultados de la entrevista: Personal involucrado
Fuente: Michelle Crestani (2017)

Tabla 2. Análisis de la entrevista para ingenieros.

TOPICO	RESPUESTAS
DEFINICIÓN	Todos coinciden con la definición dada en las bases teóricas.
UTILIDAD	<ul style="list-style-type: none"> - Disminución de los costos de operación - Mejora de la ergonomía - Confort de las instalaciones. - Seguridad.
FACTORES A CONSIDERAR	<ul style="list-style-type: none"> - Económico - La cultura de los usuarios del edificio en conocimientos de automatización y mantenimiento.
SERVICIOS	<ul style="list-style-type: none"> - Iluminación - Control de accesos al edificio - Sistema de suministro de agua - Sistema contra incendios - Sistema de riego de áreas verdes.
PERSONAL INVOLUCRADO	<ul style="list-style-type: none"> - Personal capacitado para la implementación del sistema. - La junta de condominio. - El personal que interactuará con el sistema deberá ser como mínimo bachiller (Leer, escribir, acatar órdenes)
ELEMENTOS E INSTRUMENTOS	<ul style="list-style-type: none"> - Sensores para las variables a controlar. - Controlador - HMI (SCADA, celulares, tabletas) - UPS, cableado, oficina, escritorio o panel para ubicar el PC y el PLC

Fuente: Michelle Crestani (2017)

La tabla 3 corresponde a las respuestas dadas por los integrantes de la junta de condominio (Ver guion de la entrevista en el anexo B), se pudo conocer cuál es la problemática actual que presentan los servicios de la residencia y cuáles de ellos requieren mayor atención. Se suministra un gráfico donde se muestra el servicio más crítico que tiene el edificio.

El servicio más importante y problemático que se tiene en este edificio, es la supervisión del tanque subterráneo de agua. Este sistema genera descontento, a los habitantes de la residencia, por las fallas que presenta debido a que la medición, actualmente, se hace con una vara de madera y se estima el nivel del tanque. El mínimo descuido hace que este llegue a niveles peligrosos y se tenga que suspender el servicio hasta que se restablezca el nivel.

La figura 21 muestra los servicios críticos del edificio.

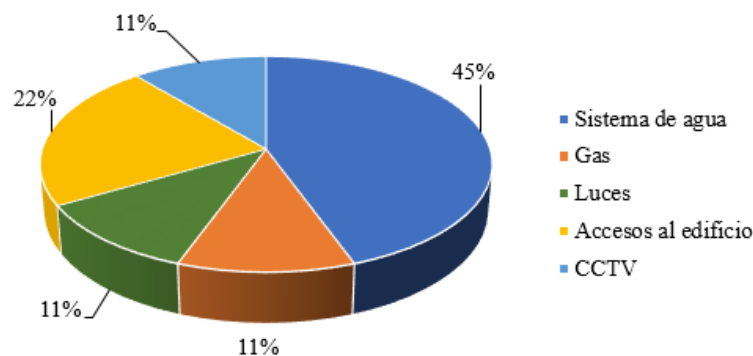


Figura 21. Resultado de entrevista para la junta de condómino: Servicio
Fuente: Michelle Crestani (2017)

La figura 22 muestra los problemas existentes en el edificio sin la implementación

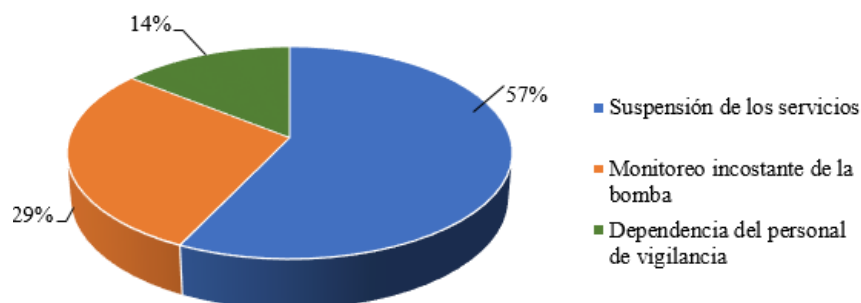


Figura 22. Resultado de la entrevista para la junta de condominio: Problemas Existentes
Fuente: Michelle Crestani (2017)

Tabla 3. Análisis de la encuesta para la junta de condominio

TOPICO	RESPUESTAS
SERVICIOS CRITICOS	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema de agua. - Control del acceso al edificio. - Sistemas de ascensores - CCTV - Planta eléctrica - Control de la bombona de Gas.
PROBLEMAS PRESENTES	<ul style="list-style-type: none"> - Descontrol del nivel del tanque de agua, lo que genera suspensión no programada del servicio. - Suspensión del servicio de gas. - Monitoreo de la bombona inconstante. - Descontentos de los vecinos
EXPECTATIVAS DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN	La implementación ayudaría a conocer el nivel específico del tanque, además de que brindaría mayor seguridad y alertaría sobre fallas de los servicios.
GASTOS QUE GENERAN LAS FALLAS	Por la disminución del tanque la junta de condominio debe comprar cisternas para reestablecer el nivel del mismo. El precio de una cisterna es de 25000 bolívares por 9000lts de agua y se necesitan 5 cisternas para reestablecer el tanque.

Fuente: Michelle Crestani (2017)

Luego de analizar y sintetizar las respuestas de toda la población encuestada se determinaron las funciones más críticas a automatizar son:

- Sistema de tanque de agua.
- Sistema de bombona de gas.
- Encendido programado de luces de áreas comunes.

4.3 FASE III. Evaluar la factibilidad de desarrollar las características de un edificio inteligente en un edificio residencial.

El tipo de investigación de este proyecto está tipificado como proyecto factible, debido a que conlleva a una propuesta viable para tomar en cuenta las necesidades de los usuarios de edificio modelo.

Para evaluar la factibilidad del proyecto se hará el estudio tomando tres aspectos importantes como lo son factibilidad técnica del proyecto, analizando si se encuentran todos los recursos y elementos necesarios para realizar el proyecto:

la factibilidad operativa, donde se determina el personal necesario para operar el sistema de automatización una vez implementado; y por último la factibilidad económica, relacionando la inversión que se hará con los beneficios que la misma le dará a los usuarios del edificio.

Factibilidad técnica:

La factibilidad técnica se divide en dos aspectos, lo primero es determinar y garantizar que las personas que desarrollen el proyecto y lo implementen estén capacitadas, tengan conocimientos de automatización para así avalar que se ejecutara un trabajo óptimo y los beneficiarios del proyecto queden complacidos.

Además del equipo encargado de la implementación, el segundo aspecto y el más importante es garantizar que se consta con todos los equipos y elementos necesarios para la instalación. La situación actual de Venezuela, acarrea como consecuencia la falta de variedad de equipos para este tipo de aplicación. No obstante, es posible buscar alternativas que cumplan las mismas funciones y se puedan conseguir en el mercado. Por ejemplo, podemos hacer el control del edificio con una PC con ciertas características mínimas para que los softwares que se instalen puedan ejecutarse de manera efectiva o hacer uso de un controlador de baja gama que satisfaga todas las necesidades a costo razonable.

El proyecto desde este aspecto es factible ya que regionalmente hay varias empresas y profesionales dedicados a esta área, además de la existencia en el estado de diversas universidades de prestigio, incluida esta casa de estudio, que egresan ingenieros con conocimientos suficientes de en automatización y control, para diseñar este tipo de proyectos. Con respecto a los equipos de control es posible, dentro de la escasez, buscar alternativas que nos permitan alcanzar los objetivos que se plantean.

Factibilidad operativa:

La factibilidad operativa corresponde al conocimiento mínimo que deberá tener la persona que trabaje directamente con el sistema a implementar. Al ser un sistema automático y con el uso de las herramientas visuales (HMI, SCADA, indicadores), el encargado debe saber leer y escribir para que el monitoreo sea efectivo. En este aspecto, lo importante es preparar a la persona para hacer el uso correcto del sistema como: conocer sus funciones, saber cómo se arranca o se

detiene el mismo, que hacer si se necesita accionar el sistema de modo manual para realizar mantenimiento o correcciones en el sistema físico.

Operativamente, el sistema es completamente factible ya que instruyendo al conserje del edificio cuenta porque como se mencionó, éste solo deberá conocer el manejo básico de los equipos.

Además del conserje, es conveniente que a todos los usuarios del edificio se les dé una inducción sobre el sistema a implementar, por conocimiento general y para que puedan prestar apoyo en un momento dado. También es conveniente elegir a unos de los integrantes de la junta de condómino para que sea corresponsable del sistema y tenga un conocimiento más profundo que el resto de los usuarios.

Factibilidad económica:

Por último, la factibilidad económica, en esta parte se hará un estudio de mercado comparando los precios de los equipos existentes en el mercado venezolano. La consulta se hará en páginas de compras por internet y solicitando precios vía telefónica a algunos proveedores en el país.

Únicamente se proporcionará los costos de los elementos que se necesitan agregar al sistema existente. El edificio que se está tomando como modelo tiene el sistema de hidroneumático, con los protectores pertinentes para su uso idóneo.

En relación a la infraestructura, no es necesario hacer la construcción de un espacio para estos elementos porque se dispone del mismo, de ser necesario también tendrían que entrar en la relación de costos.

Tabla 4. Factibilidad Económica

EQUIPO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO(Bs)	PRECIO TOTAL (Bs)
Controlador Lógico Programable S7-300	1	1.500.000,00	1.500.000,00
Computador de escritorio	1	1.200.000,00	1.200.000,00
UPS	1	207.000,00	207.000,00
Controlador LOGO! SIEMENS	1	800.000,00	800.000,00
Sensor de nivel	1	100.000,00	100.000,00
Sensor de presión	1	70.000,00	70.000,00
Regador de agua para jardín	3	20.000,00	60.000,00
Electroválvula	2	220.000,00	440.000,00
Indicadores de luz	6	5.000,00	30.000,00
Fotocelda	1	20.000,00	20.000,00
Cable de instrumentación	100 metros	8.000,00	800.000,00
Mano de obra	1	2.500.000,00	2.500.000,00

Fuente: Michelle Crestani (2017) [Consulta realizada en mayo 2017]

La opción más viable es el uso del Controlador LOGO, ya que este dispositivo tiene la cantidad de entradas y salidas suficiente para las funciones de la propuesta y de ser necesario, los modelos 0AB3 en adelante es posible agregar módulos de expansión. También un computador que cumpla las características mínimas para el proyecto, además del resto de los gastos. Con esta elección, el costo de la inversión sería de Bs. 6.227.000,000.

El edificio modelo consta de 46 apartamentos; 2 penthouse, 22 apartamentos de 115m² y 22 apartamentos de 145m², por ley de propiedad horizontal cada apartamento deberá pagar una alícuota sobre el monto de la inversión basados en el metraje del mismo. En la tabla 4 se muestra un estimado del monto de la alícuota que cada apartamento deberá pagar.

Tabla 5. Monto a pagar por los usuarios

APARTAMENTO	ALÍCUOTA	MONOTO A PAGAR (Bs)
Penthouse	4,23	168.227,10
Apartamentos 145m	2,36	93.857,20
apartamentos 115m	1,81	71.983,70

Fuente: Michelle Crestani (2017) [Consulta realizada en mayo 2017]

Con la implementación, además de los beneficios antes descritos para un inmueble inteligente, se obtendrá una revalorización para el edificio, por consiguiente, los apartamentos tendrán un valor mayor al que tenían antes de realizar la mejora, lo que justificaría el aporte, siendo la decisión final de los propietarios.

En el aspecto económico, el proyecto es factible. A pesar de que la inversión es elevada al hacer la distribución entre los apartamentos resulta accesible y dependerá de cómo manejen las cuotas extras la administración y la junta de condominio.

4.4 FASE IV. Diseñar el sistema de control, automatización y supervisión para las funciones seleccionadas.

Con los resultados obtenidos en la fase II y apoyándose en las fuentes consultadas la investigadora determino cuatro servicios preferenciales para la aplicación. La tabla 4 describe los servicios a automatizar.

Tabla 6. Servicios

SERVICIOS	DESCRIPCION
ILUMINACIÓN DE ÁREAS COMUNES	Las luces de las áreas comunes encenderán en un horario previamente establecido, además se dispondrá de una fotocelda para garantizar el encendido de las mismas cuando oscurezca antes del horario programado. Para trabajos de mantenimiento se tendrá un botón de encendido manual, el cual encenderá las luces de las áreas comunes.
BOMBONA DE GAS	Se indicará por medio de luces piloto de colores verde, amarillo y rojo el estado de la bombona de gas, estas estarán en el pasillo de los ascensores del edificio.
TANQUE DE AGUA	Se sensará la cantidad de caudal de entrada al edificio y se medirá el estado del nivel del tanque, dependiendo de las condiciones que se encuentre el sistema se dará apertura a la válvula de agua hacia los apartamentos o se aplicara racionamiento en los horarios preestablecidos.
RIEGO DE ÁREAS VERDES	El regado de las áreas verdes se realizará dos días a la semana, con una duración de media hora, siempre y cuando el tanque de agua esté en un nivel medio.

Fuente: Michelle Crestani (2017)

Una vez determinados los servicios, se decidió cual sería el nivel de inteligencia del edificio. Como ya se mencionó, los edificios inteligentes se clasifican, desde el nivel más básico hasta el que tiene todos sus sistemas integrados. El nivel que se desarrollara en el proyecto será el primer nivel, donde se automatizaran los servicios seleccionados, pero no se integrara a las redes de comunicación del edificio. Al tratarse de un edificio existente y viejo, la dificultad de integrar los dispositivos con el resto de las instalaciones del edificio es más compleja, las redes de interconexión de los distintos dispositivos tienen que ser acondicionadas sobre la infraestructura del edificio, por estas razones la investigadora decide automatizar las funciones del edificio sin avanzar en el área de las comunicaciones. No obstante, se dejarán las herramientas necesarias para ampliar el proyecto y poder aumentar el nivel de inteligencia del edificio en proyectos posteriores.

Como se mostró en las bases teóricas, existen muchos tipos de controladores para estas aplicaciones, algunos con un costo de inversión mayor que otros. Para la propuesta, tomando en cuenta los recursos disponibles, la investigadora decidió hacer el diseño de control haciendo uso del PLC SIEMENS® S7-300, el cual se encuentra en el laboratorio de la automatización industrial de la Universidad José Antonio Páez. Así mismo como el SCADA que se hará con la licencia de InTouch, el cual también está disponible en la casa de estudio.

A continuación, se describen algunas características de interés del modelo Simatic S7-300 de SIEMENS® y que pudieran servir de base para futuras implementaciones o ampliaciones del proyecto.

De acuerdo a los catálogos de SIEMENS®, el simatic S7-300 es un sistema de automatización universal, concebido para todos los sectores industriales, y aporta una solución óptima para aplicaciones en arquitecturas de control centralizadas y descentralizadas.

Los elementos que conforman al S7-300 son:

- **Fuente de alimentación (PS).** Proporciona energía a todos los módulos que conforman el PLC, convirtiendo a la tensión de la red (110/220V) a la tensión de servicio de 24V. c.c

- **CPU 312C.** El modelo compacto de CPU con el que se trabajara para el desarrollo de la propuesta tiene una memoria de trabajo de 32KB y una memoria de carga máxima de 8MB mediante a una micro memory card.
- **Módulos de señales (SM).** El módulo de señales adapta los distintos niveles de señales de procesos al S7-300. Pueden ser de señales analógicas o digitales.
- **Procesador de comunicaciones (CP).** Realiza las tareas de comunicación de la CPU para reducirle la carga al mismo. Pueden tener varios protocolos de comunicación (Profibus, ethernet IP, MPI) dependiendo del modelo.

En la figura 23, se observan los elementos que conforman la estructura del S7-300

Al ser un equipo modular, es posible ampliarlo de acuerdo a la necesidad. Por lo tanto, si el sistema crece o se requiere implementar nuevos controles es posible agregar un módulo, de entradas o de salidas, sin necesidad de cambiar el equipo completo.

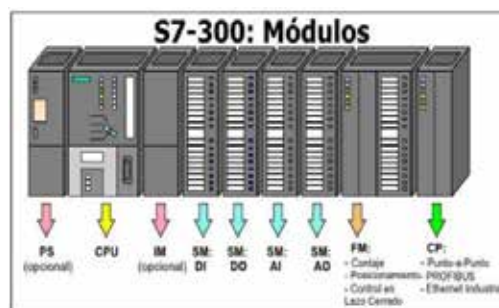


Figura 23. Elementos que conforman al S7-300

Fuente.Manual de formación para soluciones generales en automatización. Totally Integrated Automation, SIEMENS (2001)

Otra característica notable de esta serie es la cantidad de lenguajes de programación en el que se puede trabajar. SIEMENS® para esta serie ofrece lenguaje de escalera (KOP), diagrama de funciones (FUP) y lista de instrucciones.

Para el diseño del programa la autora trabajara con lenguaje de contactos, el cual SIEMENS (2001), define como:

“El esquema de contactos es la representación gráfica de las tareas de control con símbolos (norma DIM 19239). Tiene muchas similitudes con los esquemas de corriente” (Ver Figura 24).

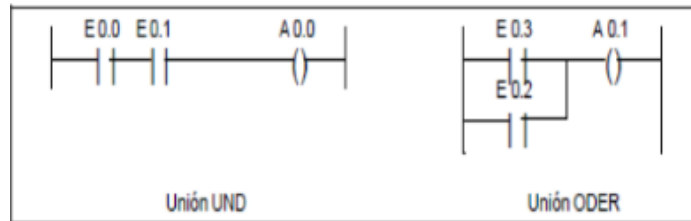


Figura 24. Esquema de contactos KOP

Fuente. Manual de formación para soluciones generales en automatización. *Totally Integrated Automation*, SIEMENS (2001)

Se decide trabajar con este lenguaje debido a la similitud que se tiene con los esquemas de control utilizados en lógica cableada, por lo tanto, no se necesita un personal tan especializado para la programación a diferencia del resto de los lenguajes.

Además de del hardware del S7-300 es necesario emplear un software donde el programador efectúe la lógica para que el PLC cumpla las funciones que se requieran. La serie de PLC's S7-300 hace uso del software SIMATIC Step 7 desarrollado por SIEMENS®.

SIMATIC STEP 7 proporciona al usuario poder configurar, programar y ejecutar las secuencias de las acciones que requiera, haciendo uso de los lenguajes de programación antes mencionados, además de realizar seguimiento en línea del programa para corroborar su funcionamiento o para detectar fallas. También consta de un Simulador, PLCSIM, el cual permite representar el funcionamiento del programa y de sus configuraciones antes de cargarlo al equipo.

Además de los lenguajes de programación, existen varias clases de estructuras programación. Estas pueden ser modular, orientada a objeto, secuencial o estructurada. Para el desarrollo del programa se realizará una programación estructurada porque los programas son más fáciles de entender, se reduce la complejidad de las pruebas y lo más importante, estos quedan mejor documentados internamente.

La programación estructurada consiste en realizar tantos bloques de funciones como actividades se tenga, es decir, para el control de las luces se tiene un bloque distinto que para el control del riego de las áreas verdes. Luego solo se realiza el llamado al bloque de organización (OB), que es el bloque principal del PLC.

Además del sistema de control, en la literatura también se encontró la importancia de los sistemas de supervisión remota o SCADA. Existe una cantidad

de infraestructuras inteligentes que usan estos sistemas como apoyo para el control y para aumentar la eficiencia de todos los procesos a controlar.

Entre los softwares relacionados con esta aplicación se encuentra Wonderware, específicamente su licencia InTouch®. Según la descripción que le da Rey, director de Wonderware, InTouch® ofrece funciones de visualización gráfica que llevan sus capacidades de gestión de operaciones, control y optimización a un nivel completamente nuevo.

Algunos de los beneficios que InTouch® presenta son:

- Facilidad de uso que le permite a desarrolladores y operarios ser más productivos de manera simple y rápida.
- Gran integración de dispositivos y conectividad a prácticamente todos los dispositivos y sistemas.
- Sus capacidades de representación gráfica y la interacción con sus operaciones permiten entregar la información correcta a las personas correctas en el momento correcto.
- Migración de versiones de software sin interrupción, lo que significa que la inversión en sus aplicaciones HMI está protegida

Al tratarse de dos softwares de fabricantes diferentes, es necesario hacer uso de herramientas que vinculen el STEP 7 con el InTouch®. Se utilizará las aplicaciones IBH y OPC link para hacer la comunicación entre el PLC y el SCADA.

Establecidas las características y las decisiones tomadas en cuanto a las opciones de configuración y programación, en los párrafos siguiente se describen los pasos realizados para el diseño del proyecto.

La figura 25 representa el primer segmento de diagrama, donde se encuentra del inicio y los cuatros servicios, también tiene una opción de modo manual por alguna falla o por si se requiere trabajar el sistema en manual.

El segundo segmento corresponde al control de la bombona de gas. Según el valor de presión que tenga la bombona se encenderán luces pilotos las cuales según el color indicaran el estado de la bombona. Para el color verde se sabrá que la bombona se encuentra totalmente llena (100% de la bombona), para el color amarillo se indicará un nivel medio de la bombona (50% de la bombona) y por último el color rojo revelará un nivel crítico (10% de la bombona). Las luces pilotos

se encontrarán el pasillo de los ascensores, de manera de siempre tenerlos visibles. Así mismo, el sistema SCADA mostrara en pantalla el estado de la bombona.

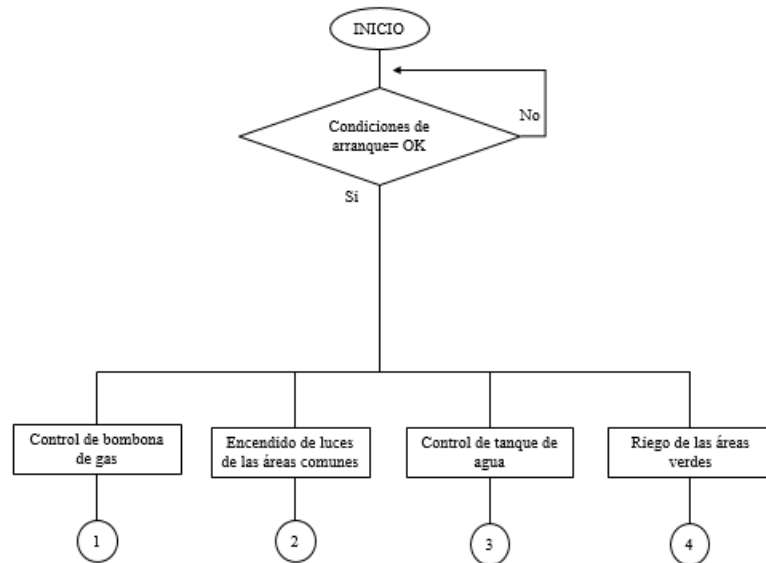


Figura 25. Diagrama de flujo el sistema: Inicio

Fuente: Michelle Crestani (2017)

La figura 26 corresponde al diagrama de flujo de la bombona de gas.

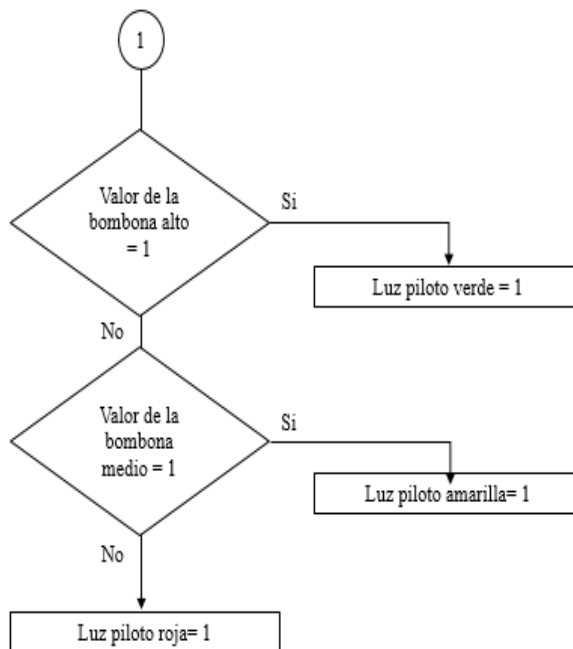


Figura 26. Diagrama de flujo del sistema: Control de la bombona de gas

Fuente: Michelle Crestani (2017)

La segunda función que se representa en el diagrama de flujo es el encendido de las luces de las áreas comunes, como ya se describió en la tabla 4, el encendido

de las luces se hará por un horario programado, sin embargo, se poseerá una fotocelda por redundancia, si el día oscurece más temprano que el horario establecido, las luces se activaran antes. Se tiene un botón de modo manual para trabajos de mantenimiento. La figura 27 corresponde al control de las luces de las áreas comunes del edificio.

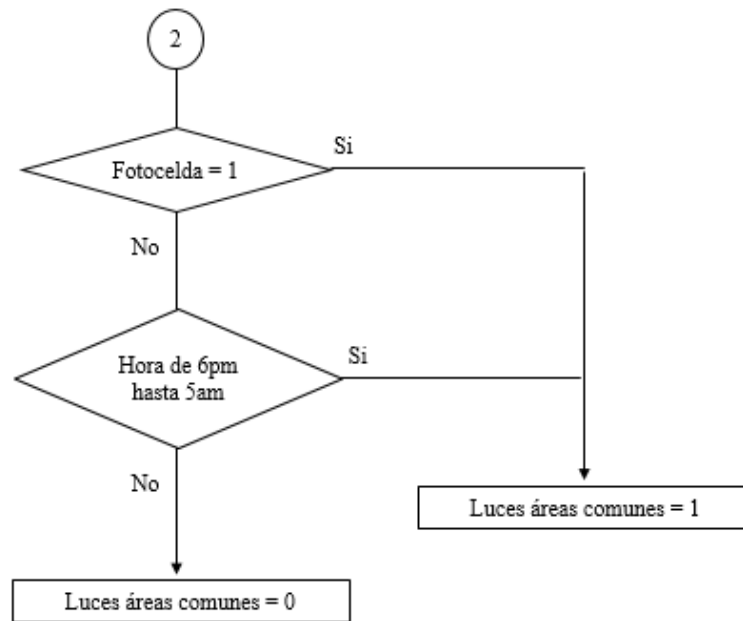


Figura 27. Diagrama de flujo de sistema: Control de las luces de las áreas comunes

Fuente: Michelle Crestani (2017)

El control correspondiente al tanque de agua se realizó analizando tres condiciones, tales como: El día de la semana, la cantidad de caudal de entrada al edificio y el nivel del tanque. Dependiendo de la cantidad de caudal y si el tanque está a un 50% la electroválvula que surte a los apartamentos se mantendrá abierta, pero si el nivel del tanque está por debajo de 10%, se realizará racionamiento del servicio hasta que el tanque vuelva a tener un 50% de su valor total. Si el caudal disminuye y el nivel del tanque está en un 50%, también se racionará el servicio hasta que se restablezca el caudal de entrada. Por último, si no hay caudal el servicio se mantendrá racionado.

Para tener las condiciones de la cantidad de cauda, se le solicito al servicio de rebombeo de la zona donde está el edificio, ACALPA, la cantidad de caudal que entra al edificio cuando el servicio es óptimo. Al edificio entran 4 litro de agua cada

segundo, por cuestiones de programación, la investigadora trabajara con mililitros por segundo para tener un rango mayor.

Se toma en consideración el día de la semana debido a que se establecieron dos horarios de racionamiento. Los días hábiles un horario más temprano, ya que los habitantes del edificio trabajan y es cotidiano empezar el día desde muy temprano y un horario para los fines de semana el cual es más tarde, ya que por lo general estos días las personas lo usan para descansar.

De existir las condiciones para realizar el racionamiento, este se aplicará. El racionamiento se realizará en un horario establecido en tres etapas: en la mañana, medio día y noche.

La figura 28 corresponde al bloque de racionamiento.

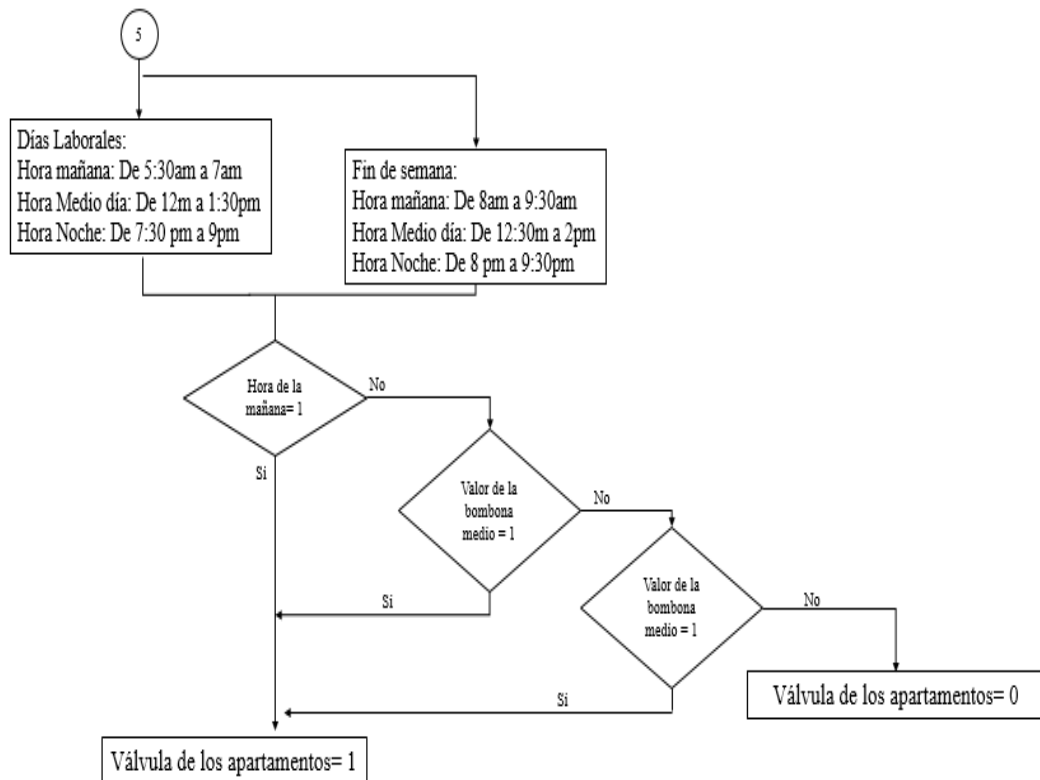


Figura 28. Diagrama de flujo de sistema: Racionamiento.

Fuente: Michelle Crestani (2017)

La figura 29 corresponde al control general del tanque.

El ultimo diagrama del diseño corresponde al control de riego de las áreas verdes, este se realizará siempre y cuando el nivel del tanque este como mínimo a la mitad. Solo se realizará dos días a la semana por un lapso de tiempo establecido. La figura 30 corresponde a este diagrama de flujo.

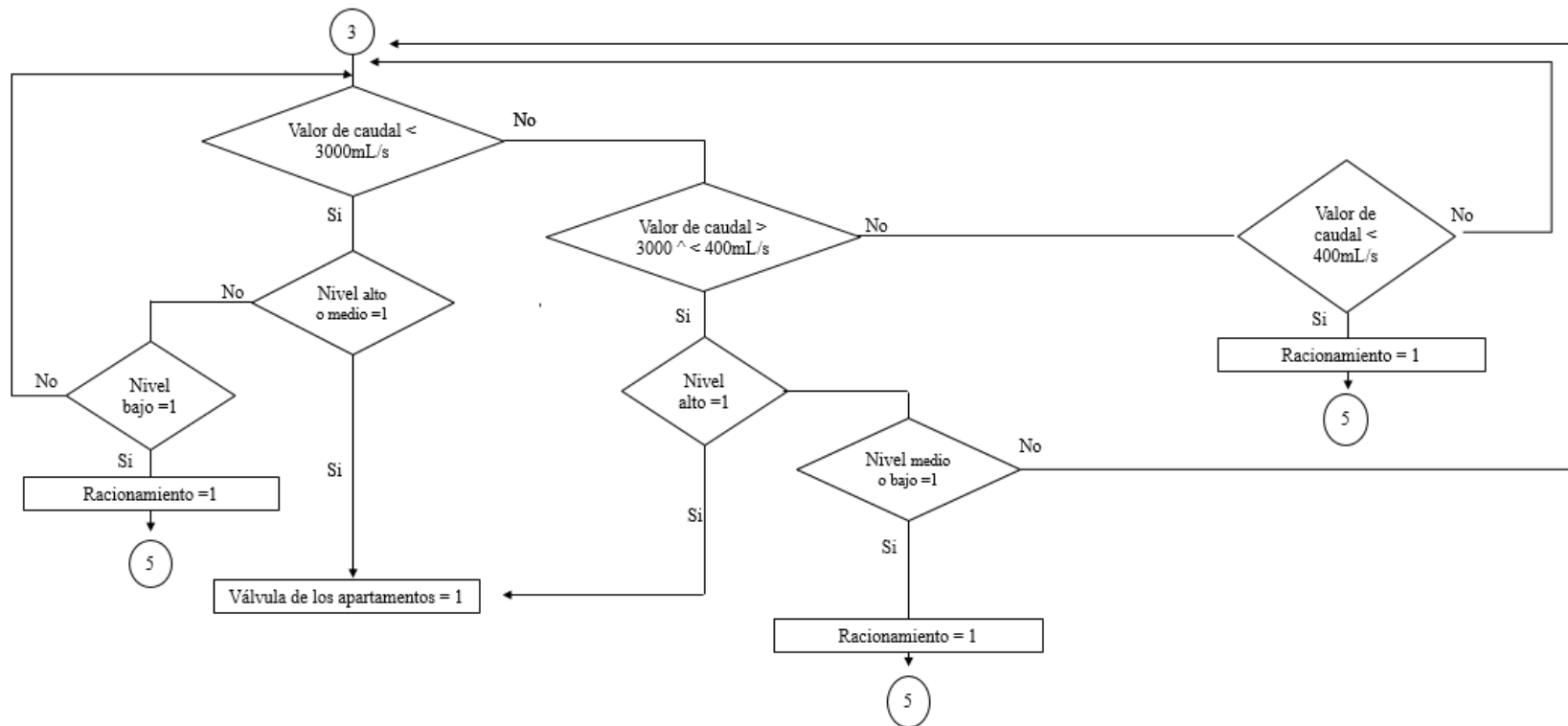


Figura 29. Diagrama de flujo de sistema: Control del tanque de agua.

Fuente: Michelle Crestani (2017)

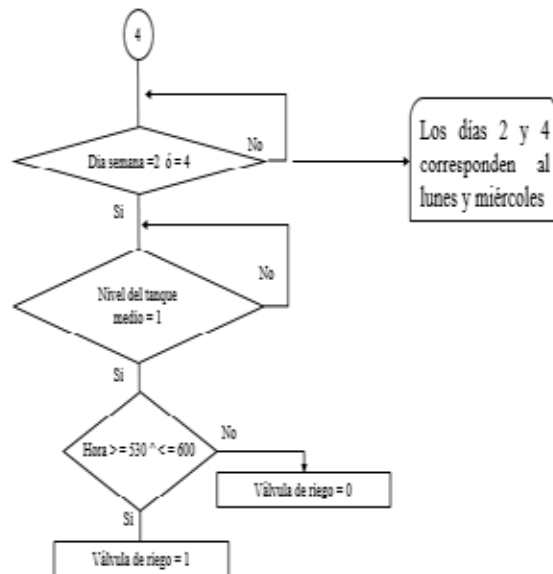


Figura 30. Diagrama de flujo. Riego de las áreas verdes

Fuente: Michelle Crestani (2017)

Una vez determinadas las funciones y la lógica de programación, se configuro en el STEP 7 las entradas, las salidas y los bloques de función utilizados para el programa. La figura 31 corresponde a los bloques de función, cada uno con el nombre de la función que realiza.

Todas las direcciones del programa están documentadas para poseer un orden y se pueda entender la lógica del mismo sin necesidad de tener experiencia en este tipo de programación.

Nombre del objeto	Nombre simbólico	Lenguaje
📁 Datos de sistema	---	---
🔧 OB1	Cycle Execution	KOP
🔧 FC1	BOMBONA DE GAS	KOP
🔧 FC2	TANQUE AGUA	KOP
🔧 FC3	CONTROL LUCES	KOP
🔧 FC4	PROGRAMADO AGUA	KOP
🔧 FC5	ACTIVACION DE CV	KOP
🔧 FC6	DT_DATE	AWL
🔧 FC7	DT_DAY	AWL
🔧 FC8	DT_TOD	AWL
🔧 FC9	EQ_DT	AWL
🔧 FC10	REGADO MATAS	KOP
🔧 FC105	SCALE	AWL
🔧 FC106	UNSCALE	AWL
🔧 DB1	RTC LUCES	DB
📄 VALORES DE LA ...	VALORES DE LA HORA	
🔧 SFC1	READ_CLK	AWL

Figura 31. Bloques de las funciones determinadas

Fuente: Michelle Crestani (2017)

La figura 32 muestra la descripción de las variables del STEP 7.

Símbolo	Direcció /	Tipo de dato	Comentario
LUZ ROJA GAS	A 0.0	BOOL	NIVEL DE GAS 10 %
LUZ AMARILLA GAS	A 0.1	BOOL	NIVEL DE GAS 50 %
LUZ VERDE GAS	A 0.2	BOOL	NIVEL DE GAS 100%
LUCES	A 0.3	BOOL	LUCES DE AREAS COMUNES EDIFICIO
LUZ ROJA AGUA	A 0.4	BOOL	NIVEL CRITICO EN EL TANQUE 10%
LUZ AMARILLA AGUA	A 0.5	BOOL	NIVEL MEDIO EN EL TANQUE 50%
LUZ VERDE AGUA	A 1.0	BOOL	NIVEL MAXIMO EN EL TANQUE 100%
ELECTROVALVULA	A 1.1	BOOL	VALVULA DE COTROL DE AGUA DE LOS APTO
RIEGO MATAS	A 1.2	BOOL	ELECTROVALVULA DE RIEGO DE MATAS
RTC LUCES	DB 1	DB 1	
ARRANQUE	E 0.0	BOOL	
PARADA	E 0.1	BOOL	
MANUAL TANQUE A...	E 0.2	BOOL	MANUAL TANQUE
NIVEL BAJO	E 0.3	BOOL	NIVEL CRITICO EN EL TANQUE 10%
NIVEL MEDIO	E 0.4	BOOL	NIVEL MEDIO EN EL TANQUE 50%
NIVEL ALTO	E 0.5	BOOL	NIVEL MAXIMO EN EL TANQUE 100%
FOTOCELDA	E 0.6	BOOL	
MANUAL MATAS	E 0.7	BOOL	MANUAL DE REGADO DE MATAS
MANUAL LUCES	E 1.0	BOOL	
BOMBONA DE GAS	FC 1	FC 1	
TANQUE AGUA	FC 2	FC 2	
CONTROL LUCES	FC 3	FC 3	
PROGRAMADO AGUA	FC 4	FC 4	
ACTIVACION DE CV	FC 5	FC 5	
DT_DATE	FC 6	FC 6	DT to DATE
DT_DAY	FC 7	FC 7	DT to DAY
DT_TOD	FC 8	FC 8	DT to TOD
EQ_DT	FC 9	FC 9	Equal DT
REGADO MATAS	FC 10	FC 10	
SCALE	FC 105	FC 105	Scaling Values
UNSCALE	FC 106	FC 106	Unscaling Values
UNIPOLAR	M 0.0	BOOL	
INICIO	M 0.1	BOOL	SEGURIDAD
ARQ SCADA	M 0.2	BOOL	ARRANQUE SCADA
PAD SCADA	M 0.3	BOOL	PARADA SCADA
ALTO CV	M 1.0	BOOL	MARCA PARA ACTIVACION DE LA CV BLOQUE DE TANQUE DE AGUA
MEDIO CV	M 1.1	BOOL	MARCA PARA ACTIVACION DE LA CV BLOQUE DE TANQUE DE AGUA
PROGRAMADO 1	M 1.2	BOOL	MARCA PARA LA ACTIVACION DEL BLOQUE PROGRAMADO
PROGRAMADO 2	M 1.3	BOOL	MARCA PARA LA ACTIVACION DEL BLOQUE PROGRAMADO
PROGRAMADO 3	M 1.4	BOOL	MARCA PARA LA ACTIVACION DEL BLOQUE PROGRAMADO
ACT PROGRAMADO	M 1.5	BOOL	MARCA PARA LA ACTIVACION DEL BLOQUE PROGRAMADO
CV mañana-semana	M 2.0	BOOL	MARCA PARA ACTIVACION DE LA CV BLOQUE PROGRAMADO
CV Mediodia-semana	M 2.1	BOOL	MARCA PARA ACTIVACION DE LA CV BLOQUE PROGRAMADO
CV Noche-semana	M 2.2	BOOL	MARCA PARA ACTIVACION DE LA CV BLOQUE PROGRAMADO
CV mañana-finsemana	M 2.3	BOOL	MARCA PARA ACTIVACION DE LA CV BLOQUE PROGRAMADO
CV Mediodia-finsema...	M 2.4	BOOL	MARCA PARA ACTIVACION DE LA CV BLOQUE PROGRAMADO
CV Noche-finsemana	M 2.5	BOOL	MARCA PARA ACTIVACION DE LA CV BLOQUE PROGRAMADO
MANUAL CV SCADA	M 2.6	BOOL	ARRANQUE MANUAL DE LA CV POR SCADA
MANUAL LUCES SC...	M 2.7	BOOL	ENCENDIDO MANUAL DE LAS LUCES POR SCADA
MUNUAL MATAS SC...	M 3.0	BOOL	MANUAL DEL REGADO DE SCADA
VALOR GAS	MD 14	REAL	
VALOR CAUDAL	MD 20	REAL	
RET_VAL	MW 10	WORD	
Cycle Execution	OB 1	OB 1	
GAS	PEW 272	INT	
CAUDAL AGUA	PEW 274	INT	
READ_CLK	SFC 1	SFC 1	Read System Clock
VALORES DE LA HO...	VAT 1		

Figura 32. Descripción de Variables

Fuente: Michelle Crestani (2017)

A continuación, se muestran las líneas de código de todas las funciones controladas.

La figura 33 corresponde al bloque de ejecución cíclica OB1, aquí se hace el llamado de todas las funciones para que estas se puedan ejecutar. El segmento de seguridad garantiza que sin el sistema no se ha arrancado, no es posible realizar ninguna acción.

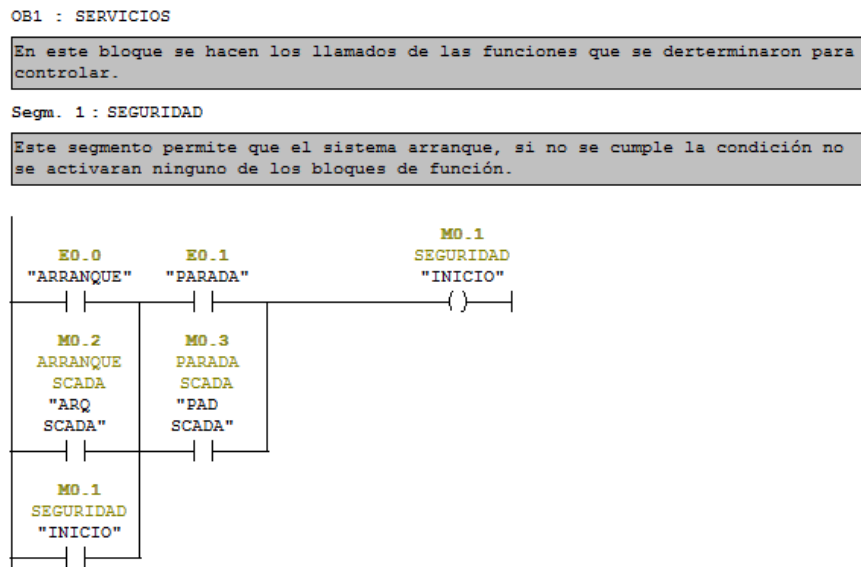


Figura 33. Bloque OB1
Fuente: Michelle Crestani (2017)

La figura 34 hace el llamado de los bloques de función correspondiente al control de la bombona de gas y al del tanque de agua.

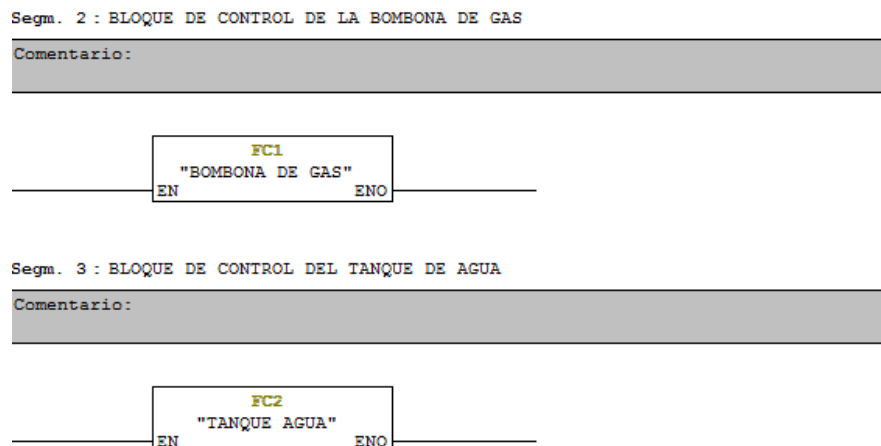


Figura 34. Bloque de función: Gas y Tanque de agua.
Fuente: Michelle Crestani (2017)

La figura 35 muestra el bloque donde se realiza el racionamiento de agua, este bloque se activa solo cuando el contacto correspondiente a la marca de activación se cierra, de lo contrario permanece inactivo. También se observa el bloque de activación de la electroválvula que surte los apartamentos.

Por cuestiones de programación, solo se puede tener una bobina con un mismo nombre en todos los segmentos de programa, por esta razón se tiene un bloque específico para hacer esta acción.

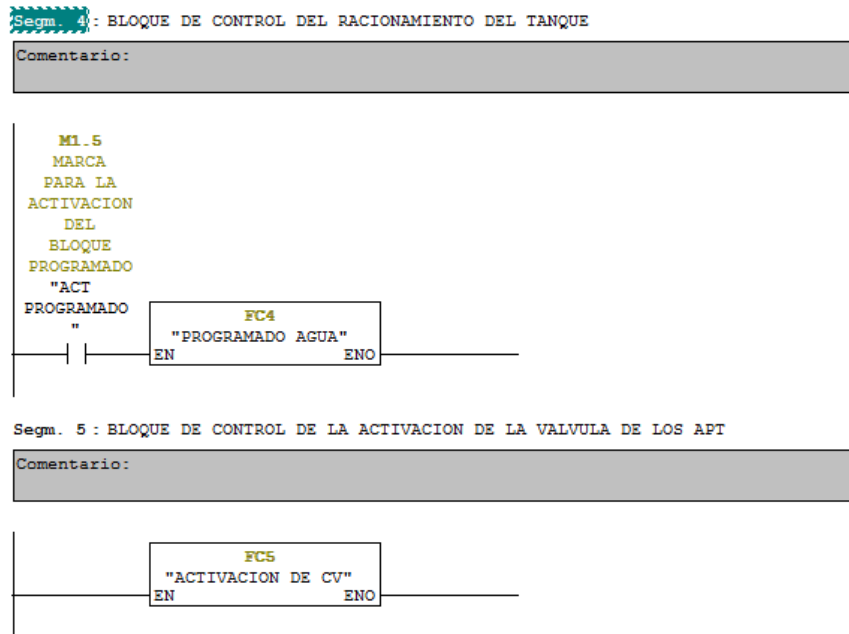


Figura 35. Bloque de función: Racionamiento y activación de la electroválvula.
Fuente: Michelle Crestani (2017)

La figura 36 muestra las funciones de control de las luces y del riego de las matas.

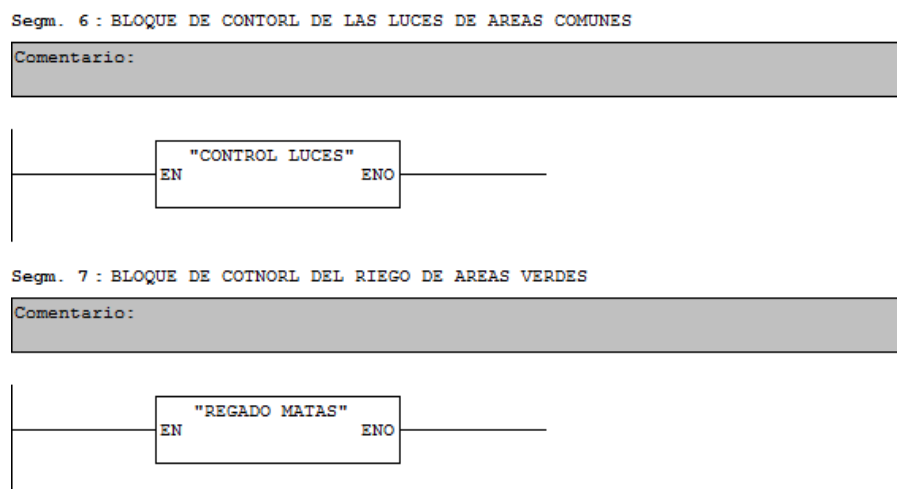


Figura 36. Bloque de función: Iluminación y riego de áreas verdes.
Fuente: Michelle Crestani (2017)

La figura 37 corresponde al control de la bobona de gas, en el primer segmento de este bloque de función se hace el escalamiento de la señal analógica, en este caso la señal correspondiente a la medición de presión de la bombona.

Como la señal de entrada analógica está convertida en bits es necesario utilizar el bloque FC105 para escalar la valores o unidades de ingeniería. Este bloque toma el valor de entrada y lo convierte en un valor real ente los límites establecidos previamente. Para ente caso los límites son de 0 a 300psi, los valores se obtuvieron del manómetro que tiene la bombona actualmente.

FC1 : BOMBONA DE GAS

Comentario:

Segm. 1: ESCALAMIENTO DE LA SEÑAL ANALOGICA DE LA PRESION

Comentario:

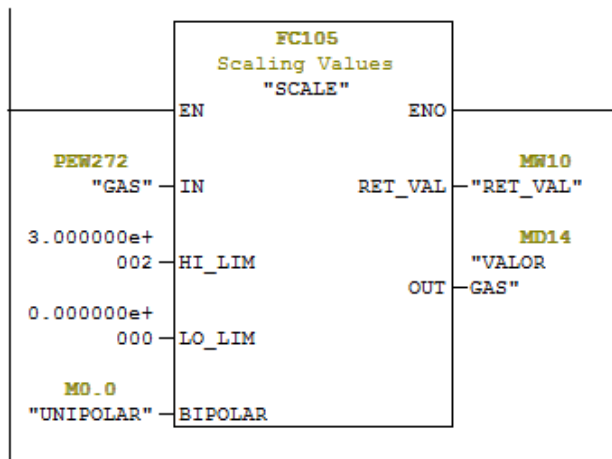


Figura 37. Bloque de escalamiento de la presión.

Fuente: Michelle Crestani (2017)

Como se mencionó anteriormente, si el inicio del sistema no está activo ninguna acción se realizará. Las figuras de la 38 a la 40 hacen el mismo procedimiento solo que con rango de valores diferente. La figura 38 hace la medición para un valor de presión mayor a 200 psi, lo cual corresponde a que la bombona tiene más del 75% de su valor total, de ser esto cierto se encenderá una luz piloto de color verde. La figura 39 muestra la comparación de los valores que corresponde al 50% de la bombona de gas, cuando se cumple esta condición se enciende una luz piloto color amarillo. Por último, el valor que corresponde al 10% de la bombona que encenderá una luz piloto de color rojo.

Segm. 2 : NIVEL DE GAS 100%

Comentario:

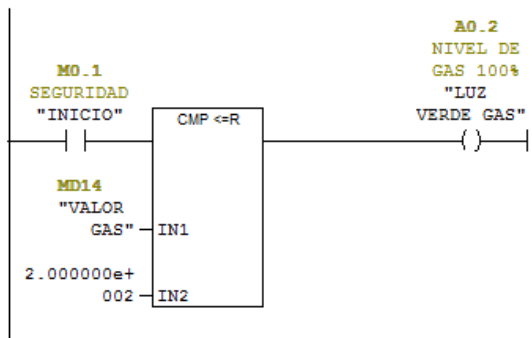


Figura 38. Nivel de gas 100%.
Fuente: Michelle Crestani (2017)

Segm. 3 : NIVEL DE GAS 50%

Comentario:

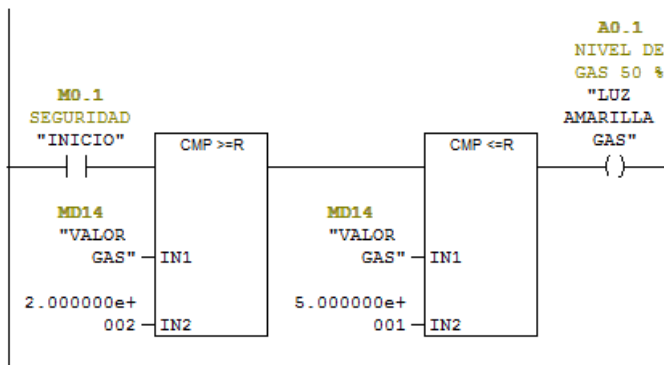


Figura 39. Nivel de gas 50%.
Fuente: Michelle Crestani (2017)

Segm. 4 : NIVEL DE GAS 10%

Comentario:

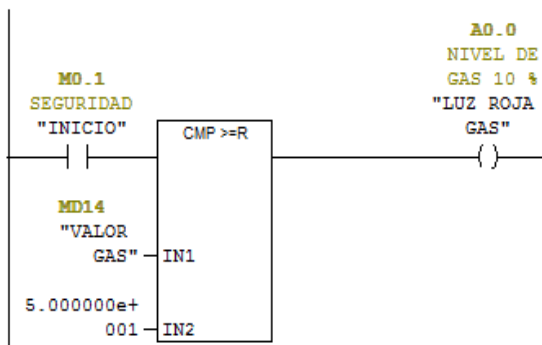


Figura 40. Nivel de gas 10%.
Fuente: Michelle Crestani (2017)

Luego del bloque de función de la bombona de gas, corresponde el bloque del control del nivel de agua del tanque. La figura 41 muestra el bloque de escalamiento, al igual que la presión, la cantidad de caudal es una señal analógica. La única diferencia será los valores de los límites, para la cantidad de caudal será desde 0 hasta 4000mL por segundo.

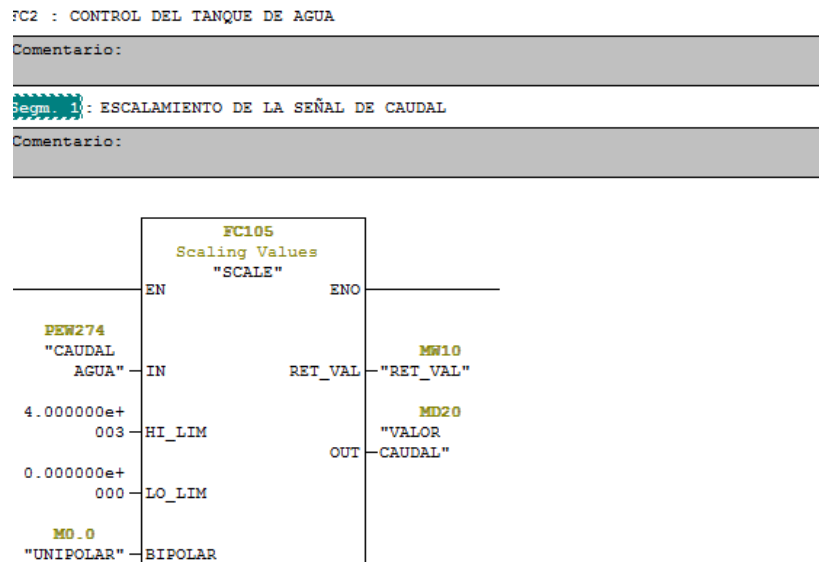


Figura 41. Bloque de escalamiento del caudal.
Fuente: Michelle Crestani (2017)

En la figura 42 se observa que para una cantidad de caudal mayor a 3000mL por segundo, y si el nivel de agua está por encima del 50%, se activará la electroválvula que surte a los apartamentos.

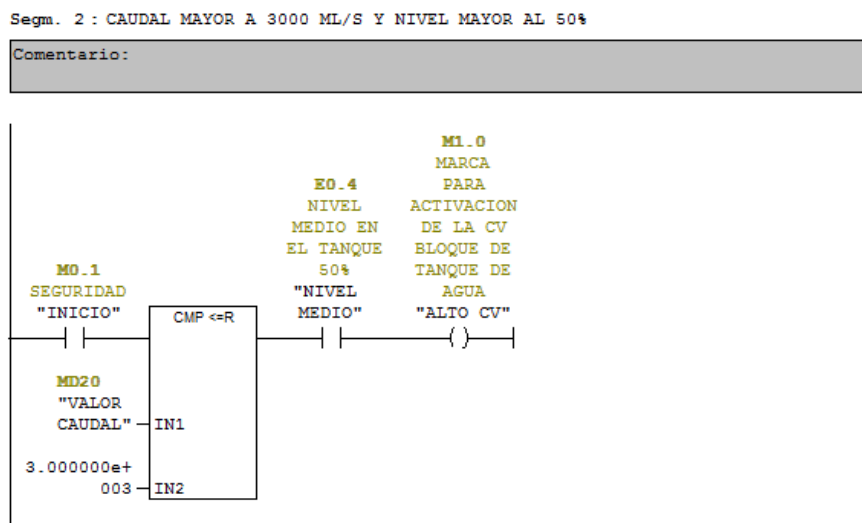


Figura 42. Control del tanque
Fuente: Michelle Crestani (2017)

La figura 43 muestra que, para la misma cantidad de caudal, pero ahora para un nivel del tanque menor de 10%, se activara el bloque de racionamiento hasta que el nivel del tanque se restablezca.

Segm. 3 : CAUDAL MAYOR A 3000 ML/S Y NIVEL MAYOR AL 10%

Comentario:

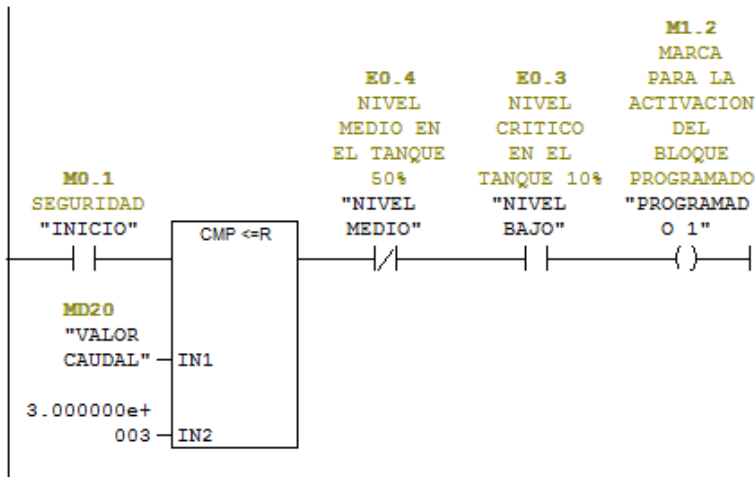


Figura 43. Control del tanque

Fuente: Michelle Crestani (2017)

La figura 44 corresponde a un caudal menor a 3000 mL pero menor a 400 mL por segundo, con el nivel del tanque mayor al 75% de nivel total. Cumpliéndose estas condiciones, se activará la electroválvula que suministra el servicio para los apartamentos.

Segm. 4 : CANTIDAD DE CAUDAL ENTRE A 3000mL/S Y MAYOR A 400mL/S, NIVEL 75%

Comentario:

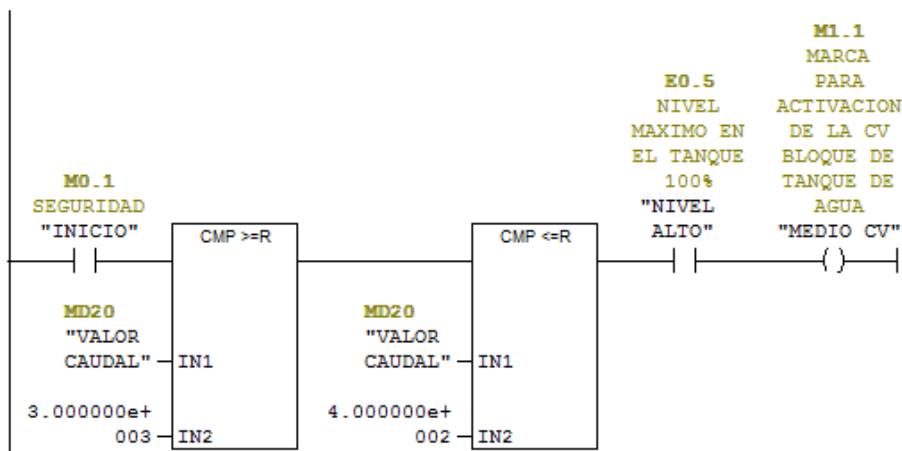


Figura 44. Control del tanque

Fuente: Michelle Crestani (2017)

La figura 45 muestra que, para el mismo rango de caudal, pero con el nivel del tanque mayor al 10% de nivel total, se activara el bloque de racionamiento hasta que el nivel del tanque se restablezca.

Segm. 5 : CANTIDAD DE CAUDAL ENTRE A 3000mL/S Y MAYOR A 400mL/S, NIVEL 10%

Comentario:

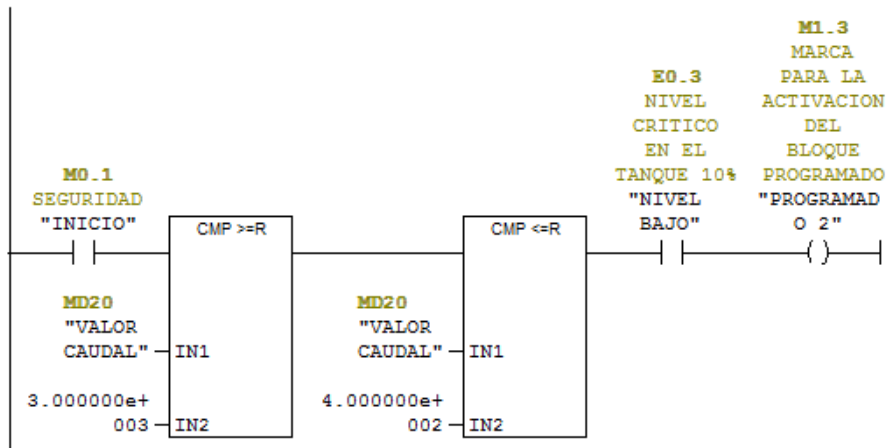


Figura 45. Control del tanque
Fuente: Michelle Crestani (2017)

La figura 46 corresponde a un nivel de caudal menor a 400mL por segundo, sin importar cuál sea el nivel del tanque se activará el bloque de racionamiento, debido a que con caudal tan escaso el nivel del tanque podría disminuir muy rápido.

Segm. 6 : CANTIDAD DE CAUDAL MENOR A 400mL/S

Comentario:

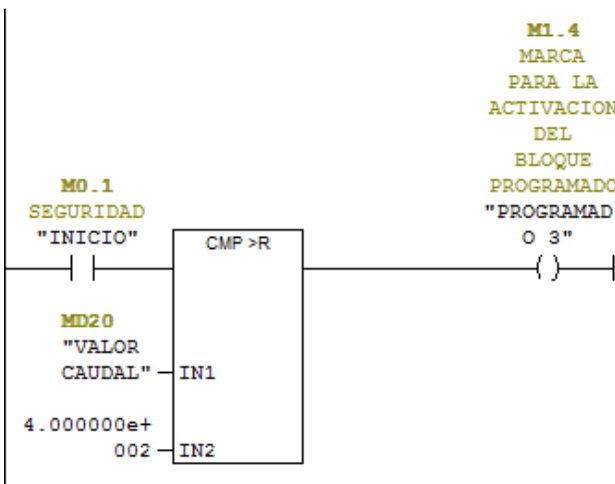


Figura 46. Control del tanque
Fuente: Michelle Crestani (2017)

La figura 47 corresponde a los contactos que activan el bloque que realiza el racionamiento del suministro de agua.

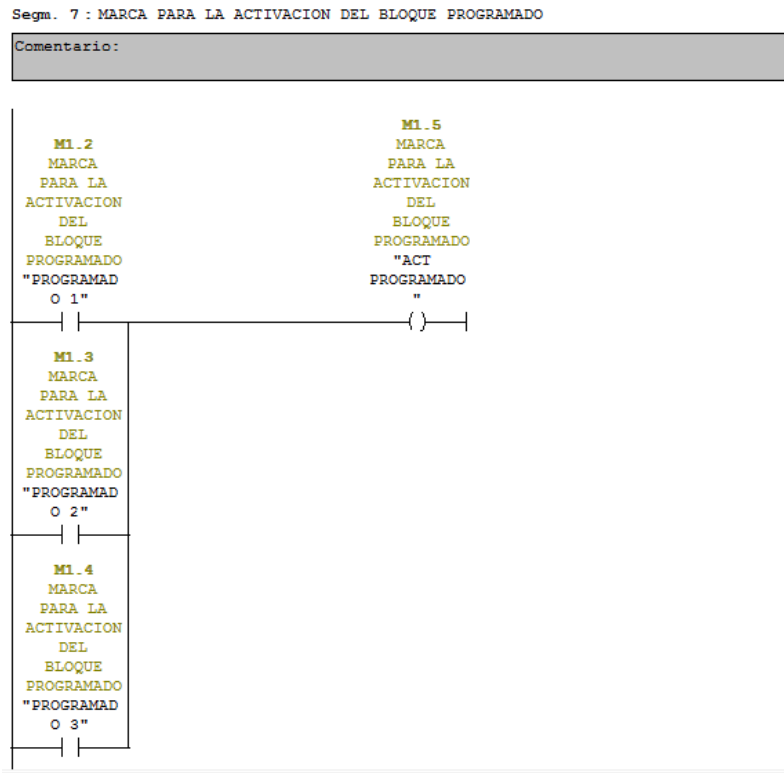


Figura 47. Control del tanque

Fuente: Michelle Crestani (2017)

Las figuras del 48 al 50 corresponde al encendido de las luces pilotos. Cuando el tanque tiene un nivel mayor al 75% se encenderá una luz verde, cuando el tanque tenga un 50% de nivel se encenderá una luz amarilla y cuando el tanque esta al 10% se encenderá una luz roja.

Figura 48, encendido de la luz piloto roja.

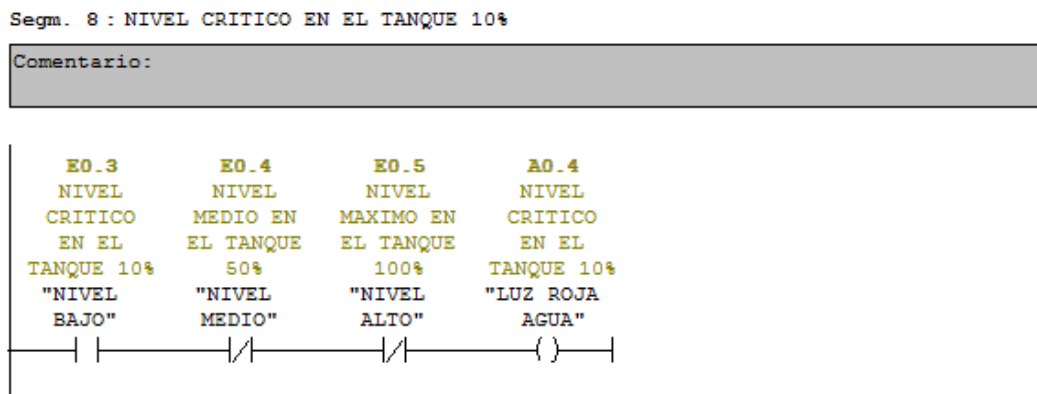


Figura 48. Control del tanque

Fuente: Michelle Crestani (2017)

Figura 49, encendido de la luz piloto amarilla.

Segm. 9 : NIVEL MEDIO EN EL TANQUE 50%

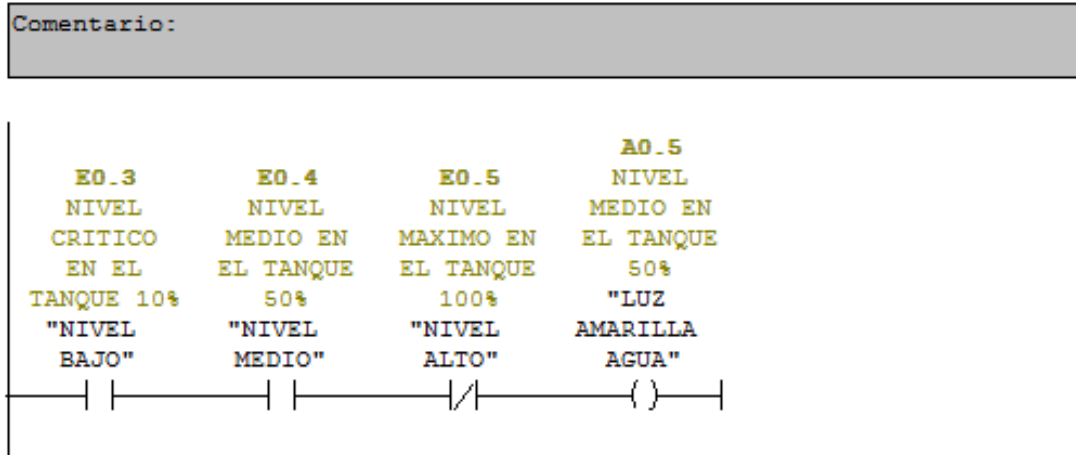


Figura 49. Control del tanque
Fuente: Michelle Crestani (2017)

Figura 50, encendido de la luz piloto verde

Segm. 10 : NIVEL MAXIMO EN EL TANQUE 100%

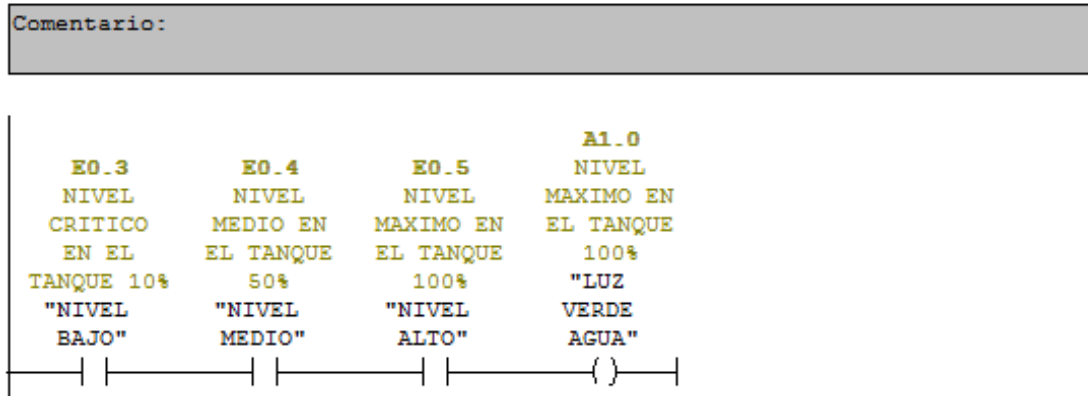


Figura 50. Control del tanque
Fuente: Michelle Crestani (2017)

El bloque FC 4 corresponde al bloque de racionamiento del servicio de agua. El bloque programado inicia con la lectura de la hora del PLC para poder compararlo más adelante con un valor correspondiente a la hora que se necesita suministrar el servicio de agua a los habitantes del edificio (Ver figura 51). La lectura del reloj se realiza con el bloque SFC1 el cual hace la lectura de la hora y el día.

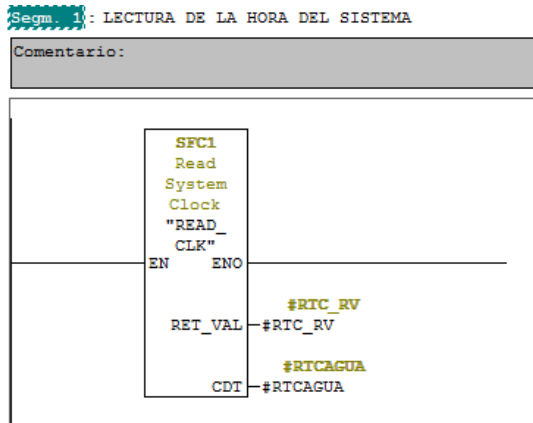


Figura 51. Lectura de la hora del PLC
Fuente: Michelle Crestani (2017)

El bloque FC8 hace la separación de los bits correspondientes a la hora del día. (Ver figura 12)

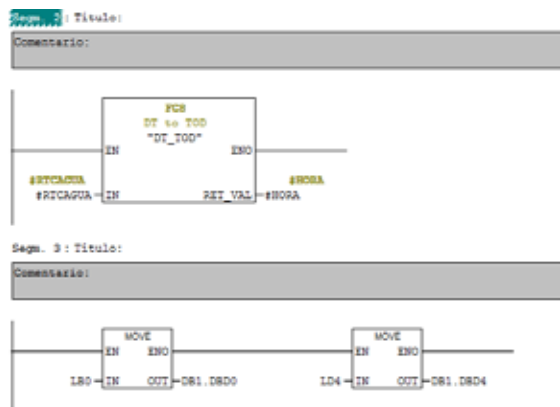


Figura 52. Movimiento de los bits de la hora
Fuente: Michelle Crestani (2017)

El bloque FC7 se separa los bits el día de la semana. (Ver figura 53)

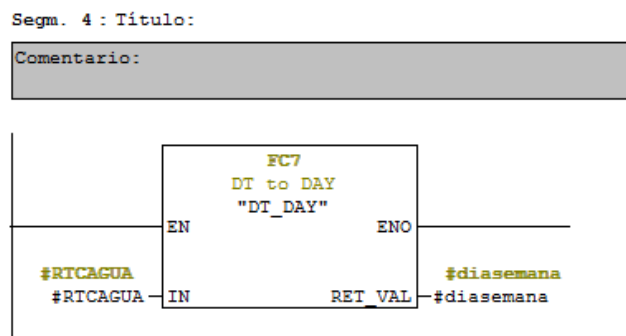


Figura 53. Movimiento de los bits de los días
Fuente: Michelle Crestani (2017)

En la figura 54 se realiza la comparación de los días para activar el racionamiento de los días laborales como ya se ha explicado anteriormente. La comparación se hace con números del 2 al 6, inclusive, estos números están establecidos de fábrica para la programación.

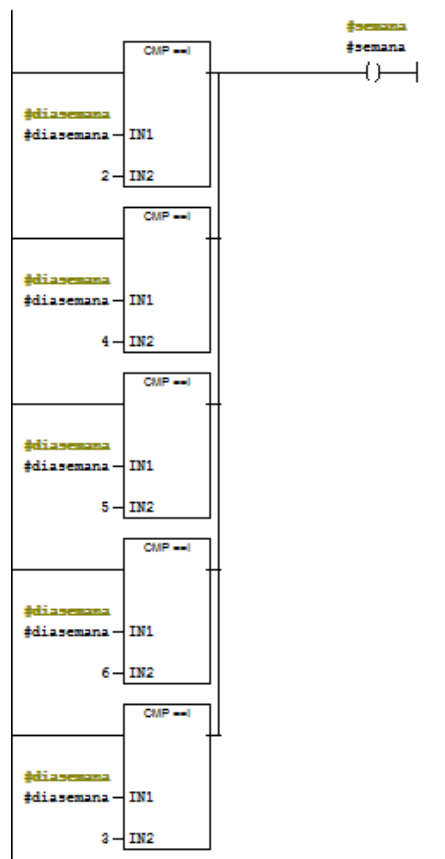


Figura 54. Comparación de los días laborales
Fuente: Michelle Crestani (2017)

En la figura 55 se hace el mismo procedimiento, pero para los fines de semana

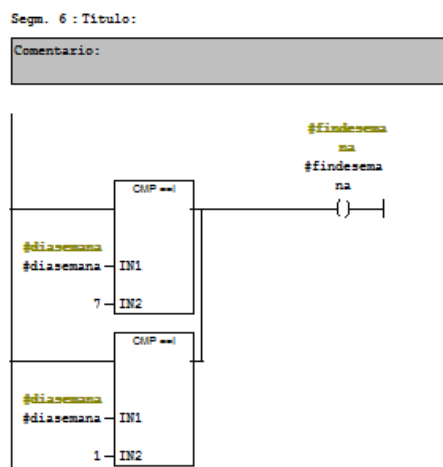


Figura 55 Comparación de los días del fin de semana.
Fuente: Michelle Crestani (2017)

La figura 56 representa los horarios establecidos para el racionamiento, están los horarios de inicio de racionamiento representado con la palabra encendido en inglés, ON, y para el fin del racionamiento la apagado en inglés, OFF.

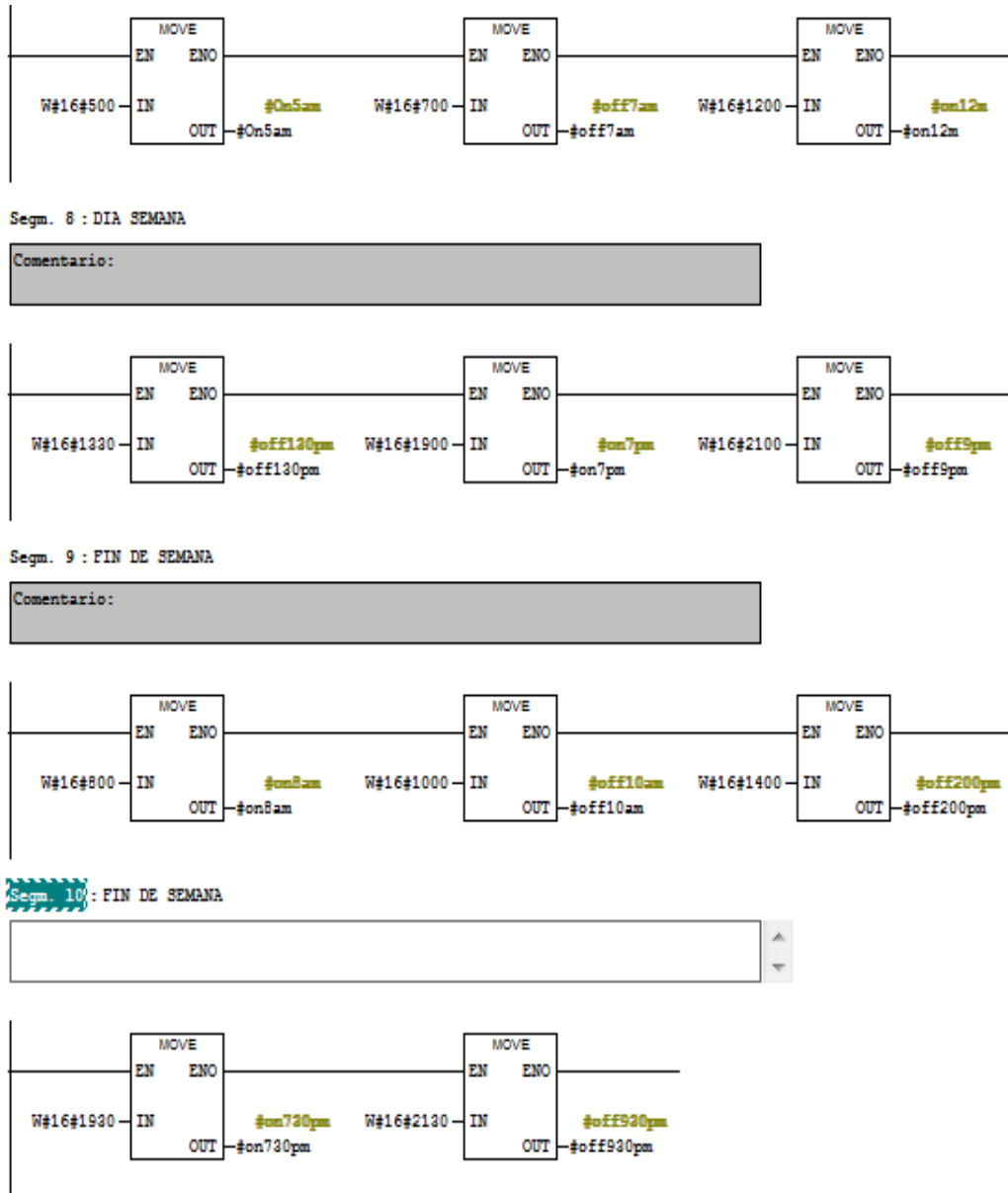


Figura 56 Horarios establecidos.
Fuente: Michelle Crestani (2017)

Las figuras de la 57 a la 63 hacen la misma acción, comparan entre la hora requerida para se active la salida de la electroválvula este encendida por el lapso de tiempo.

Segm. 11 : HORARIO DE LA MAÑANA PARA LOS DIAS DE SEMANA

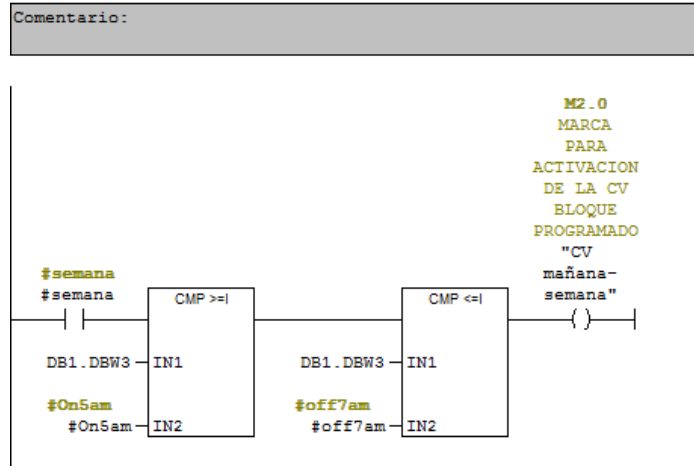


Figura 57. Horario de la mañana para los días de semana.
Fuente: Michelle Crestani (2017)

Segm. 12 : HORARIO DEL MEDIO DIA PARA LOS DIAS DE SEMANA

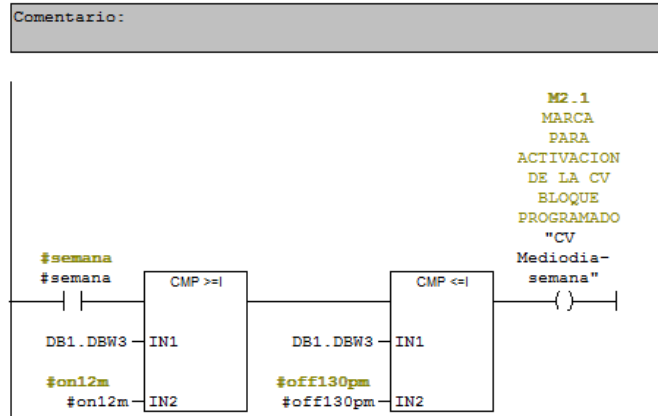


Figura 58. Horario del medio día para los días de semana.
Fuente: Michelle Crestani (2017)

Segm. 13 : HORARIO DE LA NOCHE PARA LOS DIAS DE SEMANA

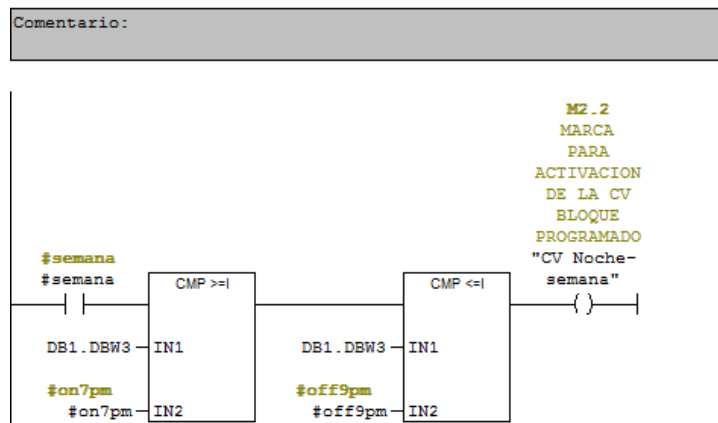


Figura 59 Horario de la noche para los días de semana.
Fuente: Michelle Crestani (2017)

Segm. 14 : HORARIO DE LA MAÑANA PARA LOS FINES DE SEMANA

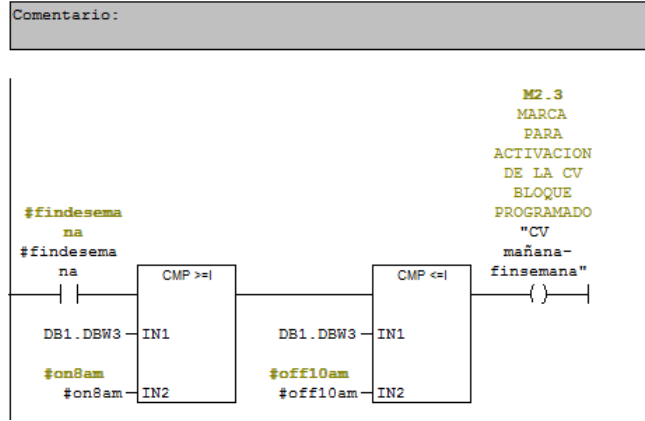


Figura 60. Horario de la mañana para los fines de semana.
Fuente: Michelle Crestani (2017)

Segm. 15 : HORARIO DEL MEDIO DIA PARA LOS FINES DE SEMANA

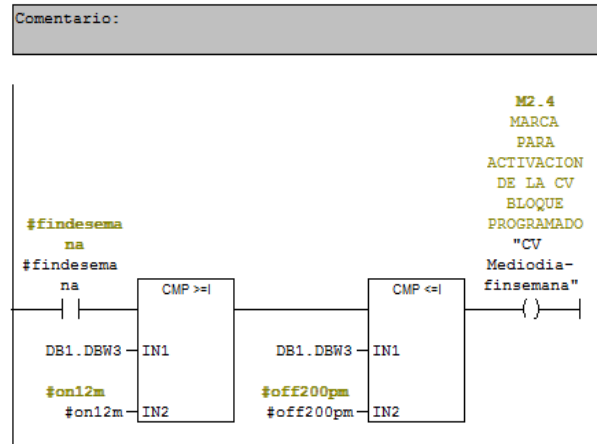


Figura 61. Horario del medio día para los fines de semana.
Fuente: Michelle Crestani (2017)

Segm. 16 : HORARIO DE LA NOCHE PARA LOS FINES DE SEMANA

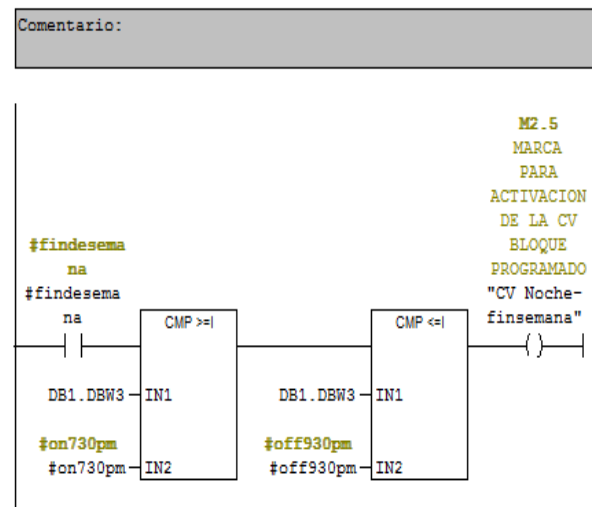


Figura 62 Horario de la noche para los fines de semana.
Fuente: Michelle Crestani (2017)

La figura 63 muestra los contactos que activan la electroválvula que suministra del servicio de agua a los habitantes del edificio

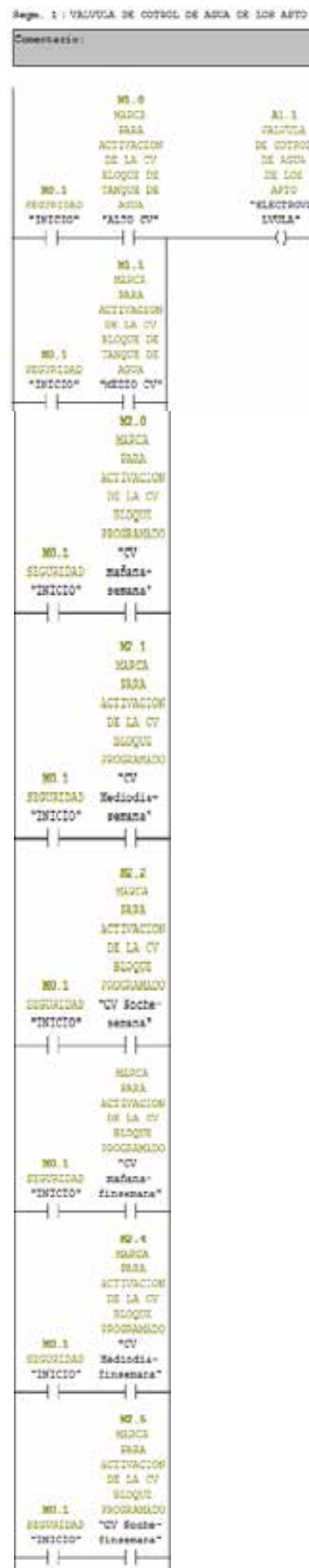


Figura 63 Activación de electroválvula.
Fuente: Michelle Crestani (2017)

El control de las luces de las áreas comunes inicia con la lectura de la hora y el día, como el bloque del control del tanque. En la figura 64 se muestra la lectura y la separación de los bits correspondientes a la hora.

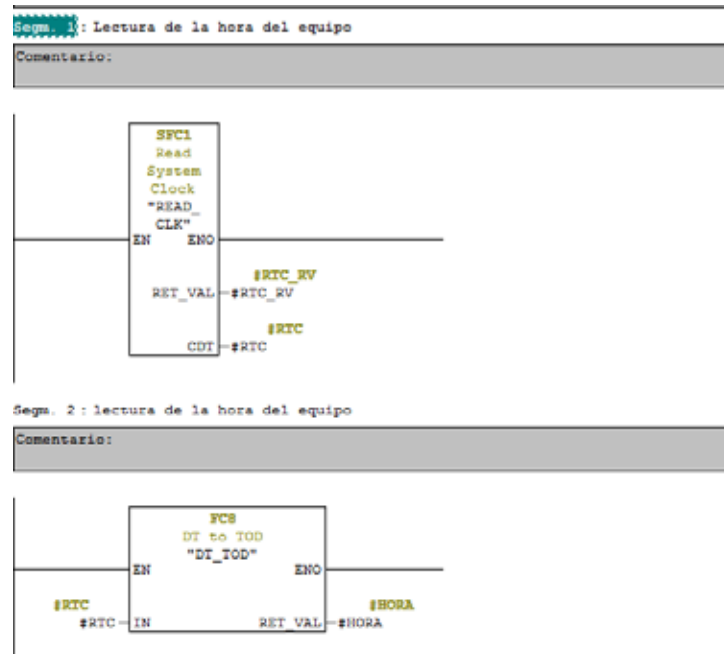


Figura 64 Lectura y separación de bit de la hora.
Fuente: Michelle Crestani (2017)

La figura 65 corresponde a los segmentos de movimientos de los bits de la hora y el valor desea de la hora que se va a comparar para hacer el encendido

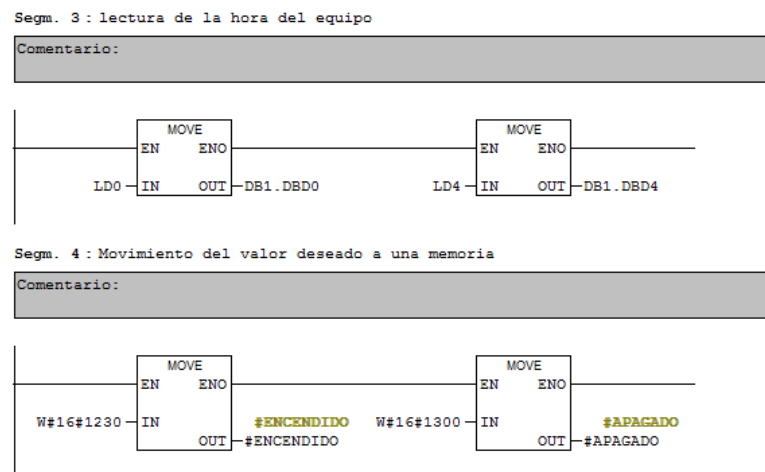


Figura 65 Movimiento de los bits hora.
Fuente: Michelle Crestani (2017)

La figura 66 muestra el segmento donde se activa la bobina de las áreas comunes. Como se explicó anteriormente, se tendrán tres formas de encender las

luces: la primera por el horario establecido, la segunda por la fotocelda y por último de forma manual bien sea desde el SCADA o desde el tablero.

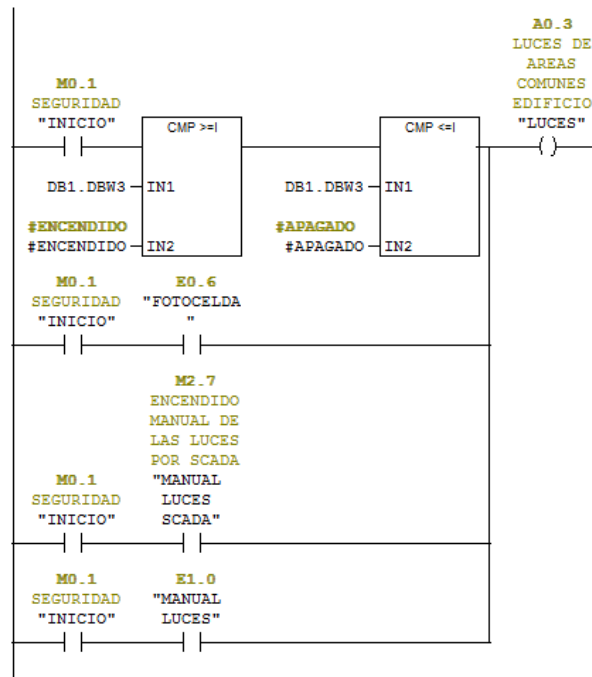


Figura 66 Encendido de la hora.
Fuente: Michelle Crestani (2017)

Por último, el bloque de función correspondiente al riego de las áreas comunes. Al igual que el encendido de las luces, este bloque inicia con la lectura de la hora y la separación del bit del día y de la hora. La figura 67 muestra el bloque de la lectura de la hora y el bloque FC8.

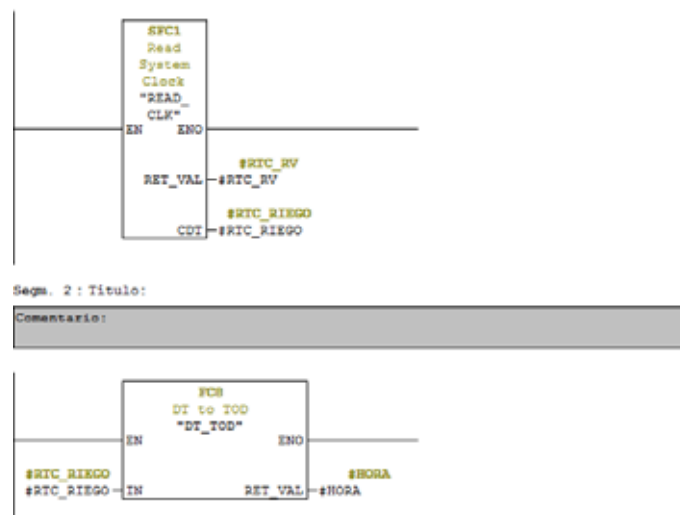


Figura 67 Lectura y separación de la hora.
Fuente: Michelle Crestani (2017)

La figura 68 muestra el movimiento de los bits de la hora y la separación del bit del día.

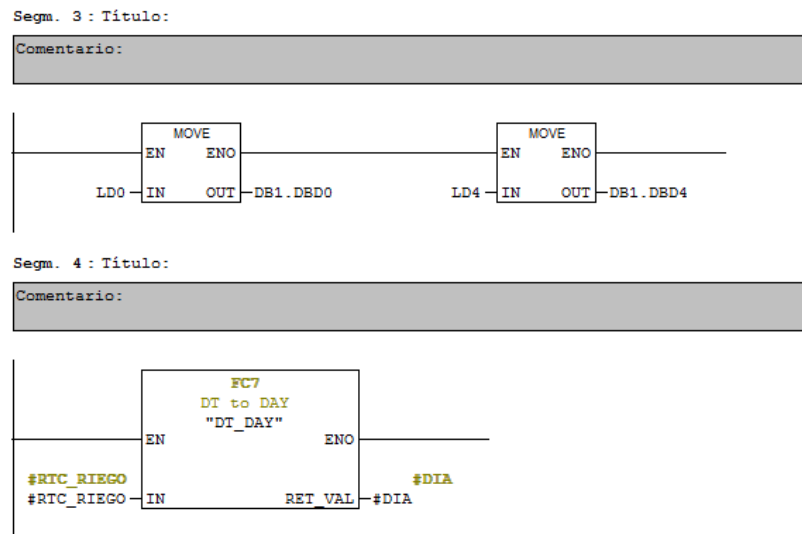


Figura 68 Separación de los bits del día.
Fuente: Michelle Crestani (2017)

La figura 69 corresponde a la comparación de los días. Como se explicó anteriormente, el riego de las áreas verdes solo se realizará dos veces al día, durante un lapso de tiempo determinado, siempre y cuando el nivel del tanque sea mayor al 50%. En esta figura también se ve el movimiento de las horas que más adelante se compararan con los bits de lectura.

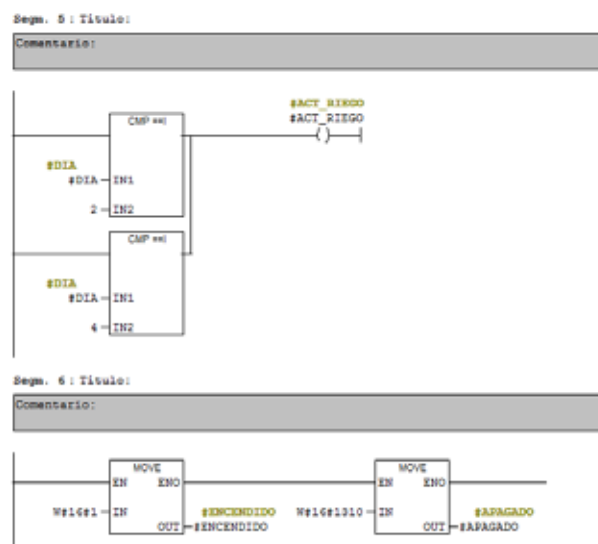


Figura 69 Comparación del día y movimiento del horario.
Fuente: Michelle Crestani (2017)

La figura 70 corresponde al encendido de la electroválvula del sistema de riego.

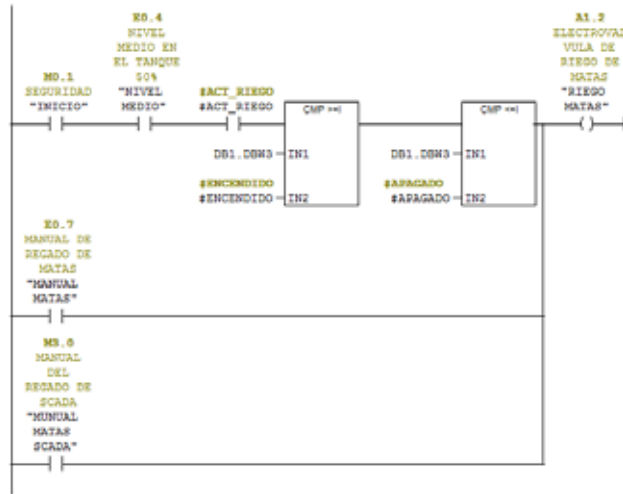


Figura 70 Encendido del sistema de riego.

Fuente: Michelle Crestani (2017)

Además de la programación de las actividades también se hizo el sistema de supervisión con el software InTouch®, como ya se había mencionado. El sistema SCADA diseñado consta de una portada con el nombre del edificio, esta ventana dará acceso a la ventana de servicios donde se tendrán las figuras de los cuatros servicios que se están automatizando, cada servicio tiene una ventana diferente dependiendo del proceso que le corresponda.

La figura 71 corresponde a la portada del sistema y la figura 72a la ventana donde se encuentran los servicios. El resto de las ventanas del proceso se encuentran en el anexo C.



Figura 71. Portada del SCADA

Fuente: Michelle Crestani (2017)



Figura 72. Ventana de Servicios del SCADA

Fuente: Michelle Crestani (2017)

Para completar la fase de diseño, la autora simuló los programas haciendo uso de las herramientas antes mencionada para así garantizar el funcionamiento idóneo de estos.

Luego de varios ajustes, con la comunicación y detalles de programación se garantiza que las funciones automatizadas cumplieron con el objetivo planteado, así mismo como la realización del SCADA.

CONCLUSIONES

Con el trabajo de grado expuesto, se logró desarrollar el diseño de control, automatización y supervisión de algunas de las funciones de un edificio residencial con tiempo de construcción; brindando así una nueva alternativa de mejora y confort. Los servicios básicos en Venezuela son inconstantes y por consiguiente es primordial tener el control de los recursos internos del edificio para así mantener la calidad de vida de sus habitantes.

Es importante destacar la factibilidad de la implementación de este proyecto en cualquier conjunto residencial con tiempo de construcción, evidentemente siempre existirá la limitación de la estructura general del edificio, ya que hay modificaciones que no se podrán realizar, pero toda aquella automatización que no interfiera con la estructura o que sea posible agregar, proporcionará una mejora para los habitantes del mismo y su revalorización.

También es importante acotar que la automatización se puede implementar por etapas, estos diseños tienen alta escalabilidad, por lo tanto, se puede aumentar el nivel de inteligencia de manera paulatina, para así disminuir el impacto económico y poder estudiar bien como ejecutar de manera correcta cada mejora.

Otro punto a destacar, es que el diseño para este trabajo de grado se realizó con un PLC S7 -300 pero que los controles de las funciones se pueden realizar con las alternativas planteadas durante el desarrollo, de manera que esto no será una barrera para lograr implementar la automatización. Hacer uso de una PC que cumpla con los requerimientos mínimos para los programas a ejecutar y trabajar los softwares libres disminuirá los costos de la inversión.

Un logro obtenido durante el desarrollo de esta investigación, fue conocer acerca de las edificaciones inteligentes existentes en el país, informar sobre estas estructuras ayudará a que los proyectos de este tipo aumenten y a que estas tecnologías se desarrollen más a menudo en el país.

RECOMENDACIONES

Luego de haber estudiado las características de los edificios inteligentes y de hacer el diseño para implementar dichas características en un edificio residencial con tiempo de construcción, la autora sugiere:

Aumentar el nivel de inteligencia del edificio desarrollado en la propuesta, incorporando redes de comunicaciones para crear una red entre el controlador y todos los elementos del sistema. El edificio en estudio tiene la opción, a través de una de las compañías proveedoras de internet, de generalizar este servicio. Por lo tanto, se puede hacer uso de esta oportunidad para hacer la comunicación vía WIFI, lo cual representará una disminución en los costos de instalación y un servicio más eficiente.

Para el control de las luces de áreas comunes, colocar sensores de presencia en cada piso de manera que las luces no permanezcan encendidas constantemente, sino cuando alguien esté en un pasillo o piso específico. Por consiguiente, esto disminuirá el consumo energético.

Para el control de la bombona de gas, hacer un sistema automático de llamada al proveedor del sistema para cuando el nivel de la misma tenga un valor del 10% de su valor total.

Ampliar el sistema de supervisión remoto a través de una aplicación para teléfonos móviles para los propietarios del edificio, de esta manera todos los usuarios estarán informados del estado de los servicios y puedan visualizar el sistema de CCTV desde sus móviles.

Realizar la migración de la programación del diseño propuesto a alguna de las alternativas planteadas en el desarrollo del proyecto, de manera de disminuir costos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acebedo A. (2011). **Edificios inteligentes**.
- Arias F. (2006). **Introducción a la metodología científica**. Caracas. Editorial Epismete.
- Ballestrini M. (2006). **Como elaborar el proyecto de investigación**, Caracas: Editorial Consultores Asociados.
- Caldera M. (2012). **Inmótica en hoteles 5 estrellas de la ciudad autónoma de Buenos Aires**. Universidad Abierta Interamericana.
- García H (2007) **Alternativas tecnológicas de control de iluminación aplicables a edificios inteligentes y domótica**. Universidad Rafael Urdaneta.
- Honeywell. **Soluciones para edificios**.
<https://buildingsolutions.honeywell.com/es-XL/solutions/intelligentbuildings/Pages/default.aspx>
- KNX organización (2015). **KNX Conocimientos básicos**.
https://www.knx.org/media/docs/downloads/Marketing/Flyers/KNX-Basics/KNX-Basics_es.pdf
- Lopez J (2007). **La domótica como solución de futuro**. España. Ingeniería de Gijón.
- Ordoñez D, Congacha M (2014). **Estudio y diseño de un sistema domótico aplicado en el edificio de laboratorios para la facultad de mecánica**. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Radiotrans (2013) **Gestión de edificios inteligentes**.
http://www.radiotrans.com/archivos/catalogo/SCADA/SCADA_8_Gestion_de_edificios_inteligentes_ES.pdf
- Reyero I (2017). **Internet de las cosas: Cuando la realidad supera la ficción**.
http://sabemos.es/2017/04/29/internet-las-cosas-cuando-la-realidad-supera-la-ficcion_33840/
- Román R (2011). **Diseño de un sistema domótico para control de iluminación y monitoreo de consumo eléctrico**. Colombia.
- SIEMENS AG (2001). **Manual de formación para soluciones en automatización Totally Integrated Automation(TIA)**. Alemania.

- SIEMENS Simatix S7-300. **Instrucciones de servicio.**
(2008)<http://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7300-CONFIGURACION.PDF>
- Silva J. (2014). **Metodología de la investigación**, Caracas. Editorial Ediciones CO-BO
- Tamayo y Tamayo (2003). **El proceso de la investigación científica**. Mexico. Editorial Limusa Noriega Editores.
- Torres E(2000). **Análisis cualitativo de los sistemas de telecomunicación y computación en edificios.**
- Viego P. **Edificios Inteligentes.** (Consultado el 06/03/2017)
<http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Energia/Energia60/HTML/Articulo09.html>
- Wonderware (2012) **InTouch HMI solutions. Wonderware.** Infraestructura:
Oficinas central Logitek. **España**
- Wonderware.(2015) **SiBook: Directorio de integradores de soluciones Wonderware** España.

ANEXO A

GUIÓN DE LA ENTREVISTA PARA INGENIEROS

La entrevista que se presenta a continuación ha sido estructurada como instrumento de recolección de datos para el trabajo de investigación titulado: **DESARROLLO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE UN EDIFICIO INTELIGENTE PARA UN EDIFICIO RESIDENCIAL**, con el fin de indagar sobre los conocimientos de edificios inteligentes y dependiendo de su profesión, proporcione su punto de vista sobre la aplicación de ciertas características para hacer de un edificio residencial habitual uno inteligente.

Muchas Gracias por su colaboración,
Michelle Crestani

1. ¿Qué entiende Ud. por inmótica?
2. ¿Ha estado involucrado con actividades relacionadas con la inmótica?
¿Cuáles?
3. Desde su punto de vista ¿Cuál es la utilidad de un sistema inmótico?
4. Piensa que es viable aplicar la inmótica en edificios residenciales
5. ¿Qué factores se deben considerar para implementar las características inteligentes a un edificio residencial?
6. ¿Qué servicios son prioritarios a automatizar y por qué?
7. ¿Cuál debería ser el personal involucrado en la implementación del edificio?
8. ¿Cuál sería la instrumentación adecuada para este tipo de implementación?
¿Por qué?
9. ¿Considera podría utilizarse un PLC para el control del sistema? ¿Que otros controles se podrían utilizar?

ANEXO B

GUIAN DE LA ENTREVISTA PARA LA JUNTA DE CONDOMINIO

RESIDENTES

La encuesta que se presenta a continuación ha sido estructurada como instrumento de recolección de datos para el trabajo de investigación titulado: **DESARROLLO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE UN EDIFICIO INTELIGENTE PARA UN EDIFICIO RESIDENCIAL.**

El trabajo de investigación tiene como objetivo automatizar los servicios importantes del edificio (luces, tanque de agua, bombona de gas, regado de las matas), de manera de facilitar el control y no tener la dependencia de un personal que este en constante monitoreo de dichos servicios.

De acuerdo a esto, se le hacen ciertas preguntas para conocer los problemas que posee el edificio actualmente, además de conocer su punto de vista sobre implementar la automatización en el edificio donde habita.

Muchas Gracias por su colaboración,

Michelle Crestani

-
1. Según su experiencia en la junta, ¿Qué servicios son críticos para ustedes?
 2. ¿Qué problemas presentan actualmente?
 3. ¿Cree que automatizándolos se podrían mejorar?
 4. ¿Cuáles son los problemas que presenta tener un sistema de medición manual en el tanque subterráneo?
 5. ¿Cada cuánto se compran cisternas para normalizar el nivel del tanque? ¿Cuál es el costo?

ANEXO C

VENTANAS INTERFASE USUARIO

La figura 1 corresponde a la ventana de portada del SCADA, en este caso en particular tiene una foto de la fachada y el nombre del edificio.



Figura 1. Portada del SCADA

Fuente: Michelle Crestani (2017)

Para pasar de la ventana de inicio a la ventana de servicio, solo basta con pulsar la imagen del edificio. La figura 2 corresponde a la ventana de servicio, en esta permanecerá constante el día y la hora y los cuatro servicios a supervisar. Para navegar entre los servicios solo será necesario pulsar alguno de los iconos y se desplegará una ventana emergente.



Figura 2. Ventana de servicios

Fuente: Michelle Crestani (2017)

La figura 3 corresponde a control de las luces de las áreas comunes. Cuando las luces estén encendidas el bombillo de esta sección esta de color amarillo, de lo contrario esta de color negro como se ejemplifica en la figura 4. Cuando estén encendidas las luces también aparecerá un letrero en la parte inferior indicando esto. Además del botón de encendido manual por algún mantenimiento que involucre hacer el encendido del sistema a cualquier hora del día.



Figura 3. Ventana de las luces de áreas comunes, Encendidas
Fuente: Michelle Crestani (2017)



Figura 4. Ventana de las luces de áreas comunes, Apagadas
Fuente: Michelle Crestani (2017)

Cuando el sistema de riego de las áreas verdes este apagado se apreciará la ventana como la figura 5 pero cuando esté en funcionamiento aparecerán unas gotas de agua emulando el proceso y un aviso en la parte inferior indicando que se están regando las matas, como se representa en la figura 6.



Figura 5. Ventana de riego de áreas verdes, apagado
Fuente: Michelle Crestani (2017)



Figura 6. Ventana de riego de áreas verdes, encendido
Fuente: Michelle Crestani (2017)

La figura 7 corresponde a la bombona de gas, en esta ventana se apreciarán las luces pilotos que indicarán el estado del sistema, cuando el sistema se encuentre en estado crítico aparecerá un anuncio indicando llamar al proveedor del gas, como se ve en la figura 8.



Figura 6. Ventana bombona de gas.
Fuente: Michelle Crestani (2017)



Figura 7. Ventana bombona de gas, estado crítico.
Fuente: Michelle Crestani (2017)

Por último, la ventana del tanque de agua. En esta ventana se apreciará el tanque de agua con el sensor de nivel, dependiendo de nivel del agua se hará visible cada barra. También están las válvulas de entrada al edificio, la electroválvula que suministra agua a los apartamentos y la bomba, estas cambiarán su color dependiendo del estado del sistema. En la parte derecha de la ventana estos los estados del sistema como luces pilotos, parecidas al de la ventana de la bombona, y los botones de arranque, parada y modo manual. (Ver figura 8)

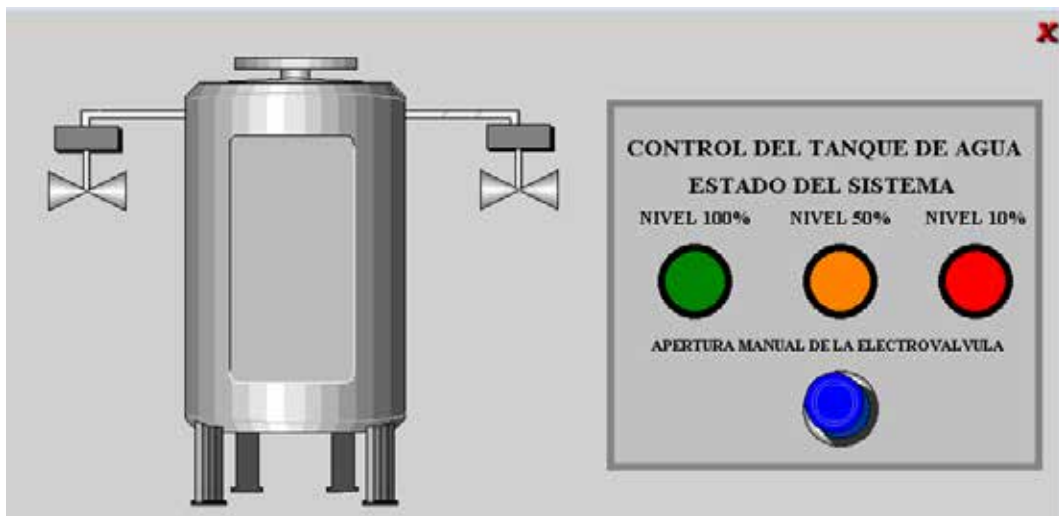


Figura 8. Ventana del tanque de agua
Fuente: Michelle Crestani (2017)